1. Bölüm: KİMYANIN TEMEL KANUNLARI

Hazırlık

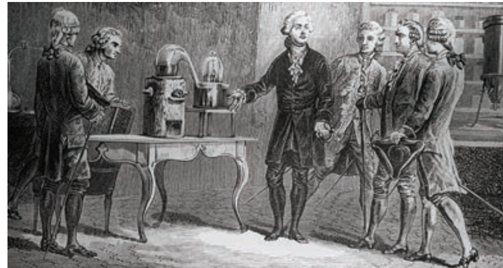
- Kimyasal tepkimeler gerçekleşirken toplam kütle korunur mu?
- Bileşiklerde sabit oran nasıl bulunur?
- İki bileşik arasında oran kurulabilir mi?

Hassas tartım aletlerinin geliştirilmeye başlanmasıyla kimya bilimi doğmuş ve sonrasında gelişerek günümüzde çok önemli bir yere gelmiştir. Kimya biliminin gelişimi sürecinde maddelerin yapıları tanındıkça birbirleri arasındaki etkileşimler ve sayısal ilişkiler tanımlanmış ve bunların sonucunda kimyanın temel kanunları oluşturulmuştur. Bu bölümümüzde kimyanın temel kanunlarını öğreneceğiz.

1.1.1. Kimyanın Temel Kanunları

Kütlenin Korunumu Kanunu

Kimyada, yapılan bir çalışma sayısal verilerle ifade edilmediği ve sonuçları ölçümlerle ispatlanmadığı sürece kabul edilmez. Bu yüzden bilim insanları ilk zamanlarda teorilerini ispatlamakta zorluk çekiyorlardı. Çünkü henüz hassas ölçüm aletleri yoktu. Antoine Lavoisier (Antuan Lavuaziye), döneminin tüm olumsuzluklarına karşın gösterdiği azimli çalışmaları sonucunda yaptığı hassas ölçümler sayesinde kimya biliminin önünü açtı **(Resim 1.1.1)**.



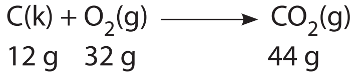
Resim 1.1.1: *Lavoisier, bilim insanlarına deneylerde elde ettiği sonuçları açıklarken*

Lavoisier, ağzı kapalı kaplarda gerçekleştireceği tepkimelerin öncesinde ve sonrasında, geliştirdiği yöntemler sayesinde hassas ölçümler yapıyor ve her seferinde başlangıçtakiyle aynı sonucu buluyordu.

Lavoisier, yaptığı bu çalışmaların sonucunda kendi adıyla da anılan Kütlenin Korunumu Kanunu'nu ifade etti ve bunu bilim dünyasıyla paylaşarak kimya biliminin gelişimine katkıda bulundu.

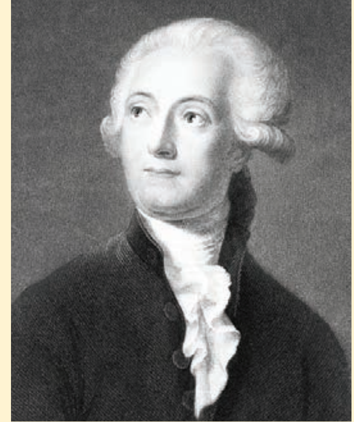
Kimyasal tepkimelerde tepkimeden önceki maddelerin kütlelerinin toplamı, tepkimeden sonraki maddelerin kütleleri toplamına eşittir.

CO_2 bileşiğini elde etmek amacıyla 12 gram C ve 32 gram O_2 alınarak gerçekleştirilen tepkimede 44 gram CO_2 bileşiği oluşur.



$$C(k) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$
$$12\ g \quad 32\ g \qquad\qquad 44\ g$$

Örneğin, su bileşiğini oluşturmak üzere 8 gram hidrojen gazı ile 64 gram oksijen gazını bir kaba koyduktan sonra kabın ağzını kapatıp tarttığımızda terazide 72 gram değerini okuruz. Tepkimeyi gerçekleştirdikten sonra tekrar tartarsak terazide yine 72 gram değerini okuruz. Kimyasal tepkimelerde kütlenin korunduğunu **Etkinlik 1.1.1** ile ispatlayalım.



Resim 1.1.2: Antoine Lavoisier (1743-1794)

Etkinlik 1.1.1



Kütlenin Korunumu Kanunu

Etkinliğin Amacı

Kimyasal tepkimelerde kütlenin korunduğunu ispatlamak.

Araç ve Gereç

Demir tozu, kükürt tozu, terazi, beher, saat camı, ispirto ocağı, sac ayak, amyant tel, spatül.

Etkinliğin Uygulanışı



1. Terazide 14 gram demir tozu ve 8 gram kükürt tozu tartınız.
2. Beherin ve saat camının darasını alınız.
3. Demir ve kükürt tozlarını behere koyunuz.
4. Saat camıyla beherin üzerini, beherle saat camı arasında boşluk kalmayacak şekilde kapatınız.
5. Beherdeki karışımı ispirto ocağını kullanarak ısıtınız.
6. Tepkime bittikten sonra kabın soğumasını bekleyiniz.
7. Tepkimenin gerçekleştiği kabı tartınız.

Değerlendirme

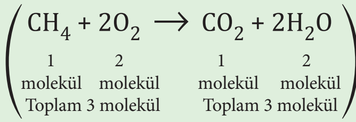
1. Tepkimeden önceki kimyasal maddelerin kütlesiyle tepkimeden sonra kapta bulunan kimyasal maddelerin kütlesi aynı mıdır?
2. Kapta nasıl bir değişim gözlediniz?
3. Kapta gerçekleşen kimyasal değişim sırasında toplam kütle değişti mi? Nedenini açıklayınız.

Meraklısına

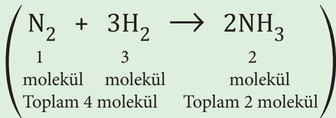
Antoine Lavoisier, kimya biliminin dışında bir alanda görev yapmaktaydı. Ancak kendisi çok sevdiği kimya bilimi adına etik kurallar dâhilinde fedakârca çalışıp kimya bilimine önemli katkılar sağlamış ve böylece adını bilim tarihine yazdırmıştır.

Dikkat Edelim!

Kimyasal tepkimelerde atom sayılarının toplamı korunur fakat molekül sayıları için kesin bir durum söz konusu değildir. Bu durum, tepkimeden tepkimeye değişmektedir. Bazı tepkimelerde molekül sayılarının toplamı korunur,



bazılarında korunmaz.



1. Örnek

Bir miktar magnezyum metalinin tamamı, 64 gram oksijen gazıyla tepkimeye girdiğinde yalnız 160 gram MgO bileşiği oluşmaktadır. Kapta artan madde bulunmadığına göre kaç gram magnezyum metali tepkimeye girmiştir?

1. Çözüm

Kimyasal tepkimelerde kütle korunduğuna göre başlangıçta kapta bulunan madde miktarı tepkimeden sonraki madde miktarına eşit olmalıdır. Tepkime sonunda 160 gram ürün oluştuğuna göre başlangıçta da 160 gram madde bulunmalıdır. Bunun 64 gramı oksijen gazı olduğuna göre geriye kalan kısmı da magnezyumdur. Öyleyse başlangıçta,

$$160 - 64 = 96 \text{ gram}$$

magnezyum bulunmaktadır.

2. Örnek

Kapalı bir kapta 200 gram $CaCO_3$ katısının bir süre ısıtılması sonucu katının yarısı bozunarak CaO ve CO_2 maddeleri oluşmuştur. Bu değişim sonucunda oluşan CaO, 56 gram olduğuna göre ısıtma işlemi sonunda kapta kaç gram $CaCO_3$ ve CO_2 bulunur?

2. Çözüm

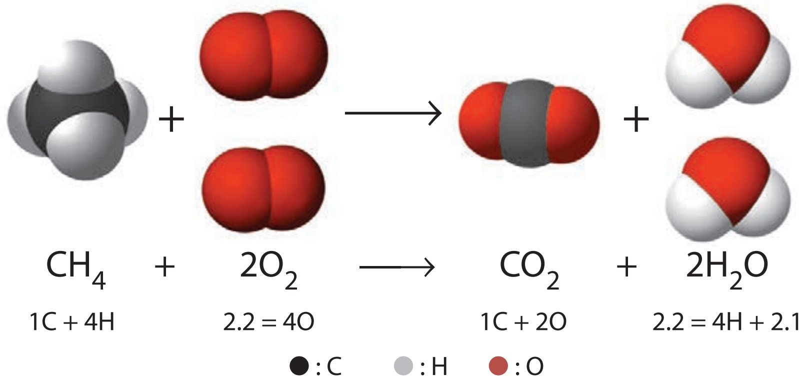
200 gram $CaCO_3$ katısının yarısı bozunduğuna göre kapta 100 gram $CaCO_3$ bozunmadan kalmıştır. Isıtma işleminde 100 gram $CaCO_3$ katısı bozunmuştur. Dolayısıyla 100 gram madde tepkimeye girmiştir. Öyleyse Kütlenin Korunumu Kanunu'na göre 100 gram maddenin de tepkime sonunda oluşmuş olması gerekir. Tepkimede 56 gram CaO oluştuğuna göre bununla birlikte,

$$100 - 56 = 44 \text{ gram}$$

CO_2 bileşiği oluşmuştur.

Başlangıçta	Tepkime sonunda
200 gram $CaCO_3$	100 gram $CaCO_3$ (artan)
	56 gram CaO (oluşan)
	+ 44 gram CO_2 (oluşan)
	200 gram

Kimyasal tepkimelerde kütlenin korunabilmesi için herhangi bir madde kaybı olmaması gerekir. Buna göre kimyasal tepkimelerde toplam atom sayısı da korunmaktadır. Örneğin, **Şekil 1.1.1**'deki kimyasal tepkimeyi inceleyelim.



***Şekil 1.1.1:** Kimyasal tepkimelerde atom sayılarının toplamı korunur.*

Tepkime denkleminden de görüldüğü üzere tepkimeye bir tane C atomu, dörder tane H ve O atomu girmiş; bir tane C atomu, dörder tane H ve O atomu tepkimeden çıkmıştır. Buradan da anlaşıldığı üzere kimyasal tepkimelerde atomların sayıları değişmemektedir.

Sabit Oranlar Kanunu

Bileşikler, farklı elementlerin belirli ve sabit bir oranla ve kimyasal yöntemlerle birleşmesi sonucu oluşur. Dolayısıyla tüm bileşiklerde, bileşiği oluşturan elementler arasında belirli bir oran vardır.

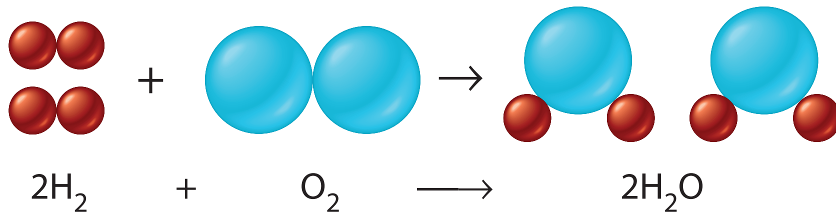
Bileşiklerdeki oran ilk olarak Joseph Proust (Cozıf Prust) tarafından açıklanmıştır. Proust, aynı kütledeki bir elementi defalarca aynı kütledeki maddelerle tepkimeye sokarak hep aynı kütlede ürünler oluştuğunu belirlemiş ve bu deneylerinin sonucunda, Sabit Oranlar Kanunu'nu ifade etmiştir.



Resim 1.1.3: Joseph Proust (1754-1826)

Bileşiği oluşturan elementler arasında belirli ve sabit bir kütle oranı vardır.

Örneğin, bir H_2O bileşiğinin oluşması için daima iki H atomuyla bir O atomunun birleşmesi gerekir. Eğer dört H atomuyla iki O atomu birleşirse yine H_2O oluşur fakat bu durumda iki H_2O oluşur (**Şekil 1.1.2**).



***Şekil 1.1.2:** Dört H ve iki O atomundan iki H_2O bileşiğinin oluşumu*

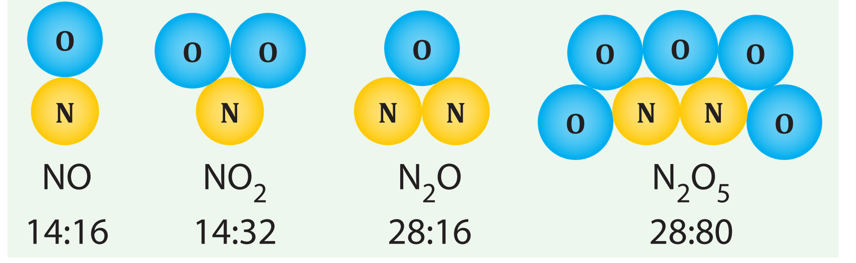
İki H atomuyla iki O atomunun tepkimesi sonucunda bir H_2O oluşur. Çünkü H_2O bileşiği için elementlerin sayıca birleşme oranı H/O = 2/1'dir. Buna göre bir H_2O oluşurken bir O atomu tepkimeye girmeden kalacaktır.

Bileşiklerde sabit oranın nasıl kurulacağını azot ve oksijen elementlerinden oluşan farklı bileşikler üzerinde inceleyelim.

Dikkat Edelim!

Farklı elementlerden oluşan iki bileşiğin sabit oranları aynı olabilir.

Şekil 1.1.3'te azot (N) ve oksijen (O) atomlarının oluşturduğu farklı bileşiklerin elementleri arasındaki kütlece birleşme oranları verilmiştir (N = 14, O =16).



***Şekil 1.1.3:** Azot ve oksijen atomlarından oluşan farklı bileşiklerdeki kütlece birleşme oranları*

NO bileşiğinde bir azot atomunun, bir oksijen atomuna kütlece oranı 14/16'dır. NO_2 bileşiğinde azot atomu (1x14 gram) ve oksijen atomu (2x16 gram) bulunduğu için bu oran 14/32'dir. N_2O bileşiğinde ise iki azot atomu (2x14 gram) ve bir oksijen atomu (1x16 gram) bulunduğu için oran 28/16 olmaktadır. N_2O_5 bileşiğinde de iki azot atomuna (2x14 gram) karşılık beş oksijen atomu (5x16 gram) bulunmaktadır. Buna göre oran 28/80'dir.

Bulunan bu kütle oranları sadeleştirilerek bileşiklerin kütlece birleşme oranları (sabit oran) belirlenir. Buna göre NO bileşiği için kütlece birleşme oranı 7/8, NO_2 için 7/16, N_2O için 7/4 ve N_2O_5 bileşiği için 7/20'dir.

3. Örnek

CaS bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_{Ca}}{m_S} = \frac{5}{4}$ olduğuna göre 30 gram kalsiyum (Ca) elementinin yeterince kükürt (S) ile tepkimesinden en fazla kaç gram CaS bileşiği oluşur?

3. Çözüm

Elementlerin kütlece birleşme oranına göre 5 gram Ca ile 4 gram S birleşip 9 gram CaS bileşiğini oluşturur.



Ca + S	→	CaS
5 g + 4 g		9 g



Ca	CaS
5 g	9 g
30 g	?

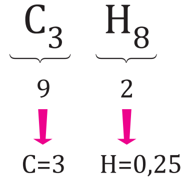
? = 54 g CaS oluşur.

4. Örnek

C_3H_8 bileşiği için elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_C}{m_H} = \frac{9}{2}$ olduğuna göre C_2H_6 bileşiği için elementlerin kütlece birleşme oranı $\left(\frac{m_C}{m_H}\right)$ kaçtır?

4. Çözüm

Bir bileşikteki elementlerin kütlece birleşme oranlarının bulunabilmesi için elementlerin birim kütlelerinin bilinmesi gerekir. Buna göre C_2H_6 bileşiğinin kütlece birleşme oranını hesaplamak için bir C ve bir H atomunun birim kütlelerini bulmalıyız. Bunda da C_3H_8 bileşiğinin kütlece birleşme oranından yararlanacağız. 3 C atomu 9 birim kütleyken 8 H atomu 2 birim kütledir Öyleyse bir C atomu 9/3 = 3 gram, bir H atomu 2/8 = 0,25 gram gibi düşünülebilir.



C atomunun birim kütlesi 3, hidrojeninki 0,25 bulunduğuna göre C_2H_6 bileşiği için elementlerin kütlece birleşme oranını hesaplayabiliriz. Bu nedenle bileşikteki C ve H atomlarının toplam kütlelerini birbirine bölmeliyiz.

$$\frac{m_C}{m_H} = \frac{2C}{6H}$$

$$\frac{m_C}{m_H} = \frac{2 \times 3}{6 \times 0,25}$$

$$\frac{m_C}{m_H} = 4 \text{ bulunur.}$$

5. Örnek

CS_2 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_C}{m_S} = \frac{3}{16}$'dır.

Buna göre 24 gram karbon (C) ve 96 gram kükürt (S) elementinin tepkimesinden en fazla kaç gram CS_2 bileşiği oluşur ve hangi maddeden kaç gram artar?

5. Çözüm

Elimizdeki maddelerden en fazla ürün elde etmek için tepkimeye giren maddelerden en az birinin tamamen harcanması gerekir. Bunun için ilk olarak karbon (C) katısının tamamen bitip bitemeyeceğine bakalım.

Kütlece birleşme oranına göre 3 gram karbon (C) katısının 16 gram kükürt (S) katısıyla tepkimeye girebildiğini söyleyebiliriz. Buna göre

3 g C	16 g S
24 g C	?

? = 128 g S gerekir.

Kapta 128 gram kükürt (S) bulunmadığına göre karbon (C) katısının tamamı harcanamaz. Öyleyse tamamen harcanan madde kükürt (S) katısıdır. Buna göre işlem yapabiliriz.

C	S	CS_2
3 g	16 g	19 g
	96 g	?

? = 114 g CS_2 oluşur.

Elementlerin kütlece birleşme oranına göre 16 gram S elementi 3 gram C elementi ile birleşmektedir. Buna göre 96 gram S elmentinin kaç gram C ile tepkimeye gireceğini hesaplayalım.

16 g S — 3 g C
96 g S — ?

? = 18 g C

Buna göre 24 – 18 = 6 gram C elementi artar.

6. Örnek

SO_3 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_S}{m_O} = \frac{2}{3}$'tür. Eşit kütlelerde kükürt (S) katısı ve oksijen gazı (O_2) alınarak gerçekleştirilen tepkime sonucunda en fazla 160 gram SO_3 bileşiği oluştuğuna göre başlangıçta kaçar gram S ve O_2 alınmıştır?

6. Çözüm

Sorunun çözümü için öncelikle S ve O_2'in harcanan kütleleri bulunmalıdır.

S	O_2	SO_3
2 g	3 g	5 g
?	?	160 g

2 g S — 5 g SO_3
? — 160 g SO_3

? = 64 g S

3 g O_2 — 5 g SO_3
? — 160 g SO_3

? = 96 g O_2

Buna göre tepkimede 64 gram S ile 96 gram O_2 harcanmıştır. Başlangıçta maddelerden eşit kütleler alındığı için her ikisinden de doksan altışar gram alınmış olmalıdır. Eğer altmış dörder gram alınmış olsaydı O_2'den 96 gram kullanılamazdı. Bu nedenle başlangıçta 96 gram S ve 96 gram O_2 alınmıştır.

NOT: Bu tür sorularda oksijenin O_2 hâlinde bulunmasının işlemlere bir etkisi yoktur. Önemli olan tepkimeye giren toplam oksijen kütlesidir.

Katlı Oranlar Kanunu

İki element birbirleriyle farklı bileşikler oluşturabilir. Daha önce incelediğimiz gibi azot (N) ve oksijen (O) elementleri birbirleriyle farklı oranlarda birleşerek NO, NO_2, N_2O ve N_2O_5 gibi bileşikleri oluşturabilmektedir.

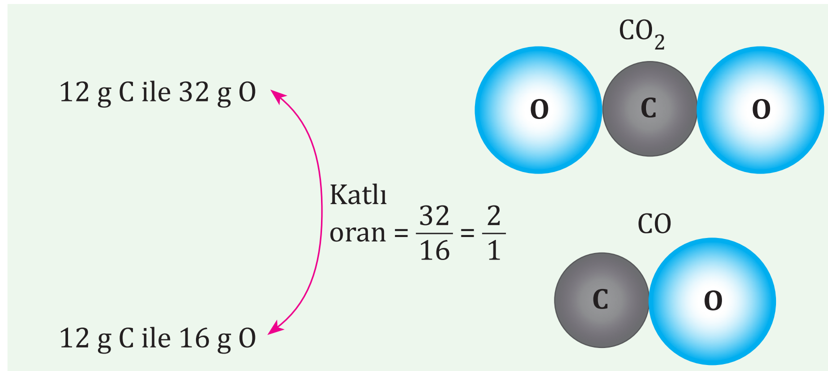
Bu bileşikler arasında, bileşenlerinden birinin eşit kütlesiyle birleşen diğer bileşenlerin kütleleri arasında belli bir oran vardır. John Dalton (Con Daltın) (1766-1844), yaptığı çalışmalar sonucunda atomun yapısıyla ilgili görüşler ileri sürerken sonraları "Katlı Oranlar Kanunu" olarak adlandırılan bileşikler arasındaki bu oranla ilgili de ifadelerde bulunmuştur.



Resim 1.1.4: John Dalton (1766-1844)

Katlı oranlar kanununa göre aynı elementlerden oluşan iki farklı bileşikte, bileşenlerinden birinin belli bir kütlesiyle birleşen diğer elementlerin kütleleri arasında tam sayılı bir oran vardır.

Örneğin, karbon (C) ve oksijen (O) atomları kendi aralarında CO_2 ve CO bileşiklerini oluşturur. Bu bileşiklerde eşit kütlede karbon atomuyla birleşen oksijen atomları arasındaki oran 2/1'dir **(Şekil 1.1.4)**.



Şekil 1.1.4: *CO_2 ve CO bileşikleri arasındaki katlı oranın hesaplanışı*

Katlı oran, bütün bileşikler arasında kurulamaz. Bileşikler arasında katlı oran kurulabilmesi için bileşiklerin;

- Aynı elementlerden oluşması,
- Basit formüllerinin farklı olması,
- İki farklı element içermesi

koşullarına uyması gerekir.

Bilelim

Bileşikteki element sayılarının en sadeleşmiş hâliyle yazılan formüllere **basit formül** denir. Örneğin, C_3H_6 bileşiğinin basit formülü CH_2'dir.

Dikkat Edelim!

Sabit Oranlar Kanunu, bir bileşiğin elementleri arasındaki oranı ifade ederken Katlı Oranlar Kanunu iki bileşik arasındaki bileşenlerden birinin oranını ifade eder.

7. Örnek

I. SO_2 ile SO_3 II. HClO ile $HClO_2$
III. NaBr ile KBr IV. NO_2 ile N_2O_4

Yukarıda verilen bileşik çiftlerinden hangileri arasında katlı oran kurulabilir?

7. Çözüm

Katlı oran kurulabilmesi için gerekli tüm koşulları sağladığı için I. bileşik çifti arasında katlı oran kurulabilir.

II. bileşik çiftleri üç farklı element içerdiği için aralarında katlı oran kurulamaz.

III. bileşik çiftleri tamamen aynı elementlerden oluşmadığı için aralarında katlı oran kurulamaz.

IV. bileşik çiftlerinin basit formülleri (NO_2 ile NO_2) aynı olduğu için aralarında katlı oran kurulmaz.

İki bileşik arasında katlı oran kurulurken bileşikteki elementlerden birinin her iki bileşikte de eşit miktarda olması gerekir. Örneğin, NO_2 ile N_2O_5 bileşikleri arasındaki katlı oranları bulalım.

Eşit kütlede azot (N) atomu içeren bileşiklerdeki oksijen (O) atomları arasındaki oran şu şekilde bulunur: Azot atom sayılarının eşitlenebilmesi için bileşikler uygun katsayılarla çarpılır ve sonrasında oksijen atomlarının sayıları oranlanır.

$$\frac{2/NO_2}{N_2O_5} = \frac{N_2O_4}{N_2O_5} = \frac{4}{5}$$

Eşit kütlede oksijen (O) atomu içeren bileşiklerdeki azot (N) atomları arasındaki oran da aynı yöntemle bulunur. Bu sefer oksijen atomunun sayıları eşitlenir.

$$\frac{5/\ NO_2}{2/N_2O_5} = \frac{N_5O_{10}}{N_4O_{10}} = \frac{5}{4}$$

Görüldüğü gibi iki katlı oran değerleri birbirinin tersidir. Bu her zaman için geçerli bir durumdur.

8. Örnek

Eşit kütlede karbon (C) atomu içeren C_2H_6 ile C_3H_8 bileşiklerindeki hidrojen (H) atomları arasındaki oran nedir?

8. Çözüm

Karbon atomları eşit olduğuna göre öncelikle bu eşitliğin sağlanması gerekir. Sonrasında hidrojen atomlarının sayıları oranlanır.

$$\frac{3/C_2H_6}{2/C_3H_8} = \frac{C_6H_{18}}{C_6H_{16}} = \frac{18}{16} = \frac{9}{8}$$ bulunur.

9. Örnek

Demir (Fe) ve oksijen (O) elementlerinden oluşan I. bileşikte 14 gram demir (Fe) ile 4 gram oksijen (O), II. bileşikte ise 21 gram demir (Fe) ile 9 gram oksijen (O) atomları bulunmaktadır.

Buna göre eşit kütlede oksijen (O) atomu içeren I. bileşikle II. bileşik arasındaki katlı oran nedir?

9. Çözüm

İlk olarak oksijen kütlelerinin eşitlenmesi gerekir. Bunun için I. bileşikteki değerler 9, II. bileşikteki değerler 4 katsayısıyla çarpılmalıdır.

	Fe	O			Fe	O
I.	9/14	4 g	→	I.	126 g	36 g
II.	4/21 g	9 g		II.	84 g	36 g

Buna göre I. bileşikteki demir atomlarının kütlesinin II. bileşikteki demir atomlarının kütlesine oranı, $\frac{Fe_I}{Fe_{II}} = \frac{126}{84} = \frac{3}{2}$ olur.

Bölüm Sonu Uygulaması

1. Farklı miktarlarda bakır (Cu) ve oksijen (O) atomları alınarak CuO bileşikleri elde edilmiştir. Elde edilen CuO bileşiklerine ait bazı değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre tabloda boş bırakılan yerleri gerekli hesaplamaları yaparak doldurunuz.

	Bakır (Cu) kütlesi (gram)	Oksijen (O) kütlesi (gram)	CuO kütlesi (gram)
I	16	4	20
II	6,4		
III		60	
IV			16

2. Aşağıdaki tabloda X ve Y elementlerinden oluşan iki farklı bileşiğe ait kütle değerleri verilmiştir. Buna göre II. bileşiğin formülünü bulunuz.

	X'in kütlesi (gram)	Y'nin kütlesi (gram)	Bileşiğin formülü
I	2,4	0,6	X_2Y_6
II	12	2,4	?



2. Bölüm: MOL KAVRAMI

Hazırlık

- Elementlerin içerdiği atom sayıları nasıl ifade edilir?
- Sizce bir bardak suda kaç tane su molekülü vardır?

Elementler, çok küçük tanecikler olan atomlardan oluşur. Benzer şekilde bileşikler de çok küçük yapısal birimlerden oluşur. Örneğin, 18 gram suyun içinde $6{,}02 \times 10^{23}$ tane molekül bulunur. Ne kadar büyük bir sayı öyle değil mi? İşte, bu çoklukları daha kolay şekilde ifade edebilmek için mol kavramı geliştirilmiştir. Bu bölümümüzde mol kavramını öğrenerek kimyasal hesaplamalarda kullanacağız.

1.2.1. Mol Kavramı

Mol Kütlesinin Tarihsel Gelişimi ve Bağıl Atom Kütlesi

Gözle görülemeyecek kadar küçük olan atomların kütleleri de çok küçüktür. Bu yüzden tek bir atomun kütlesini ifade etmek oldukça zordur. Bu kadar küçük kütleler tartılamayacağı için bilim insanları atom kütlelerini karşılaştırma yoluna gitmiştir. Bunun için ilk olarak hidrojen atomu ölçü alınmıştır.

Hidrojen atomunun kütlesi 1 birim olarak kabul edilmiş ve diğer atomların kütleleri de buna göre belirlenmiştir. Bu nedenle kütlesi belirlenecek olan atomun hidrojenle oluşturduğu ikili bileşikler temel alınmış ve herhangi bir atomun hidrojenden kaç kat daha ağır olduğu bulunmuştur. Örneğin, H_2O bileşiğine göre yapılan hesaplamada 1 gram hidrojen atomuna karşılık 8 gram oksijen atomu birleşmiştir. Yani 2 gram hidrojen, 16 gram oksijenle birleşmiştir.

İlerleyen zamanlarda atom kütlelerinin belirlenmesi için oksijen atomu ve son olarak da karbon-12 atomu (^{12}C) ölçü alınmış ve bir tane karbon atomu kütlesinin on ikide birine **1 atomik kütle birimi** (akb) adı verilmiştir.

Bilelim

Oksijenin 16, 17 ve 18 kütle numaralı üç izotopu bulunmaktadır. Bu yüzden oksijen atomunun kütlesi için farklı hesaplamalar yapılıyordu. Bunu ortadan kaldırmak için kütle spektrometresiyle daha sağlıklı ölçüm sonuçları veren karbon atomunun C-12 izotopu ölçü olarak alınmıştır.

1 atomik kütle birimi bir tane ^{12}C atomunun kütlesinin 1/12'sine eşittir.

Buna göre bir atomun kütlesine bağlı olarak hesaplanan değere **bağıl atom kütlesi** adı verilir.

Mol Kütlesi

Günlük hayatta bazı çoklukları daha kolay ve kullanışlı olarak ifade etmek için bazı birimler kullanılır. Örneğin; 12 tanelik her birim 1 düzine, 10 tanelik her birim ise 1 deste olarak ifade edilir. Kimyada ise 12 gram karbon-12'de bulunan atom sayısı kadar tanecik için **mol** kavramı kullanılır. Deneysel olarak bulunan bu değer **Avogadro sayısı** olarak da adlandırılan **$6{,}02 \times 10^{23}$** sayısıdır. Buna göre her $6{,}02 \times 10^{23}$ tanelik birim, 1 moldür. Örneğin, 1 mol sodyum elementinde Avogadro sayısı kadar yani $6{,}02 \times 10^{23}$ tane atom vardır. Aynı şekilde 1 mol su bileşiğinde de $6{,}02 \times 10^{23}$ tane molekül bulunur.



Resim 1.2.1: Amedeo Avogadro (1776–1856)

$6{,}02 \times 10^{23}$ kadar tanecik 1 moldür.

1. Örnek

2 mol CO_2 bileşiğinde kaç tane molekül bulunur?

1. Çözüm

1 mol CO_2 bileşiğinde $6{,}02 \times 10^{23}$ tane molekül bulunur. Buna göre hesaplama yapabiliriz.

1 mol CO_2 bileşiğinde — $6{,}02 \times 10^{23}$ tane molekül

2 mol CO_2 bileşiğinde — ?

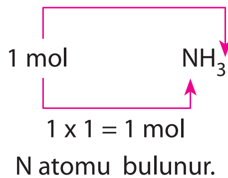
? = $1{,}204 \times 10^{24}$ tane molekül bulunur.

Bilelim

Bir elementin 1 tane atomunun gram cinsinden kütlesine **gerçek atom kütlesi**, bir bileşiğin 1 tane molekülünün gram cinsinden kütlesine **gerçek molekül kütlesi** denir.

Bir atomun ya da molekülün $6{,}02 \times 10^{23}$ tanesinin yani 1 molünün kütlesine **mol kütlesi** denir. Örneğin, $6{,}02 \times 10^{23}$ tane oksijen atomu 16 gramdır. Buna göre oksijenin mol kütlesi 16 g/mol'dür. Benzer şekilde alüminyumun mol kütlesi 27 g/mol, demirin ise 56 g/mol'dür. Buna göre mol sayısı bilinen bir taneciğin kütlesi ve içerdiği atom sayısı hesaplanabilir. Bunun için ilk önce 1 mol NH_3 bileşiğini inceleyelim.

1 x 3 = 3 mol H atomu bulunur.



1 x 1 = 1 mol
N atomu bulunur.

Buna göre 1 mol NH_3 bileşiğinde 1 mol N, 3 mol H atomu bulunur. Dolayısıyla 1 mol NH_3 bileşiğinde toplam 4 mol atom bulunduğunu

da söyleyebiliriz. Mol sayılarının Avogadro sayısıyla çarpımı ise atom sayılarına eşit olur.

Buna göre 1 mol NH_3 bileşiğindeki N atomlarının sayısı,

$$1 \times 6{,}02 \times 10^{23} = 6{,}02 \times 10^{23} \text{ tane}$$

H atomlarının sayısı ise

$$3 \times 6{,}02 \times 10^{23} = 1{,}806 \times 10^{24} \text{ tane}$$

bulunur. Atomların mol sayılarına bağlı olarak kütlelerini de hesaplayabiliriz.

N atomunun mol kütlesi 14 gram olduğu için NH_3 bileşiğindeki kütlesi,

$1 \times 14 = 14$ gram,

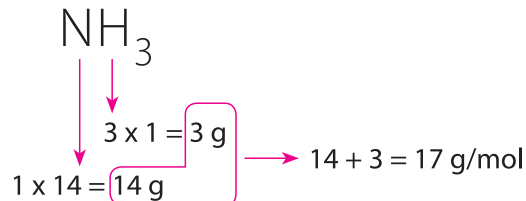
mol kütlesi 1 gram olan H atomunun kütlesi ise

$3 \times 1 = 3$ gram

olarak hesaplanır. Buna göre NH_3 bileşiğinin 1 molünün kütlesi yani mol kütlesi,

$14 + 3 = 17$ g/mol

olur. Bileşiklerin mol kütlelerinin hesaplanması aşağıdaki gibi pratik olarak da yapılabilir.



2. Örnek

0,6 mol CH_4 bileşiğinde kaç tane atom bulunur?

2. Çözüm

1 mol CH_4 bileşiğinde toplam 1 + 4 = 5 mol atom bulunur. Buna göre hesaplama yapabiliriz.

1 mol CH_4 bileşiğinde	5 mol atom
0,6 mol CH_4 bileşiğinde	?
	? = 3 mol atom bulunur.

1 mol atom $6{,}02 \times 10^{23}$ tane olduğuna göre,

1 mol atom	$6{,}02 \times 10^{23}$ tane
3 mol atom	?
	? = $1{,}806 \times 10^{24}$ tanedir.

Bilelim

Mol kütlesinin birimi g/mol ya da Da (Dalton) olarak kullanılmaktadır.

Meraklısına

Avogadro sayısı ilk önce Johann Josef Loschmidt (Yohan Jozef Loşmid) tarafından hesaplanmıştır. Bu yüzden Avogadro sayısı, **Loschmidt sabiti** olarak da adlandırılır.

3. Örnek

H_2O, SO_2, C_3H_8, $Ca(OH)_2$ bileşiklerinin mol kütlelerini hesaplayınız.
(H = 1 g/mol, C = 12 g/mol, O = 16 g/mol, S = 32 g/mol, Ca = 40 g/mol)

3. Çözüm

Bileşiklerin mol kütleleri, içerdikleri elementlerin mol kütlelerine göre hesaplanır. Bunun için her elementin mol kütlesi, bileşik formülündeki sayısıyla çarpılır ve bulunan kütleler toplanır.

$$M_{H_2O} = (2 \text{ x } 1 \text{ g/mol}) + 16 \text{ g/mol}$$
$$= 18 \text{ g/mol}$$

$$M_{SO_2} = 32 \text{ g/mol} + (2 \text{ x } 16 \text{ g/mol})$$
$$= 64 \text{ g/mol}$$

$$M_{C_3H_8} = (3 \text{ x } 12 \text{ g/mol}) + (8 \text{ x } 1 \text{ g/mol})$$
$$= 44 \text{ g/mol}$$

$$M_{Ca(OH)_2} = 40 \text{ g/mol} + (2 \text{ x } 16 \text{ g/mol}) + (2 \text{ x } 1 \text{ g/mol})$$
$$= 74 \text{ g/mol bulunur.}$$

Bilelim

Mol kütleleri $\mathbf{M_A}$, mol sayısı **n**, kütle **m** sembolüyle gösterilir.

Kütle hesaplamaları nasıl yapılır?

Elementlerin ya da bileşiklerin kütleleri, mol sayılarına ve mol kütlelerine göre hesaplanır. Maddelerin mol sayıları arttıkça doğal olarak kütleleri de artacağı için doğru orantı hesabı yapılabilir. Örneğin 0,25 mol CO_2 bileşiğinin kütlesini hesaplayalım.

CO_2 bileşiğinin mol kütlesi 44 gram olduğuna göre şöyle bir doğru orantı hesaplaması yapabiliriz:

1 mol CO_2	44 g
0,25 mol CO_2	?
	? = 11 g

Buna göre 0,25 mol CO_2 bileşiği 11 gramdır.

Dolayısıyla mol sayısı (n), kütle (m) ve mol kütlesi (M_A) arasında,

$$n = \frac{m}{M_A}$$

bağıntısı kurulabilir.

4. Örnek

0,4 mol NO gazı kaç gramdır? (N=14 g/mol, O=16 g/mol)

4. Çözüm

NO gazının mol kütlesi 14 + 16 = 30 gram olduğuna göre 0,4 molünün kütlesini aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz.

1 mol NO	30 gram
0,4 mol NO	?
	? = 12 gram

NO gazının kütlesini ayrıca,

$$n = \frac{m}{M_A}$$

formülüyle de hesaplayabiliriz.

$$0,4 \text{ mol} = \frac{m}{30 \text{ g/mol}}$$

$$m = 12 \text{ gramdır.}$$

5. Örnek

16 gram SO_2 gazında toplam kaç mol atom bulunur? (O=16 g/mol, S=32 g/mol)

5. Çözüm

SO_2 gazının içerdiği toplam atom sayısının bulunabilmesi için mol sayısı bilinmelidir.

$$n = \frac{m}{M_A}$$

$$n = \frac{16 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}}$$

$$n = 0,25 \text{ mol}$$

Buna göre toplam atom sayısını aşağıdaki orantıyla hesaplayabiliriz.

1 mol SO_2 gazında	3 mol atom (1 mol S + 2 mol O)
0,25 mol SO_2 gazında	?
	? = 0,75 mol atom bulunur.

6. Örnek

$6,02x10^{22}$ tane molekül içeren NO gazı kaç gramdır?

(N = 14 g/mol, O = 16 g/mol)

6. Çözüm

Öncelikle bileşiğin mol kütlesini ($6,02x10^{23}$ tanesinin kütlesini) bulalım.

NO bileşiğinin mol kütlesi 14 g/mol + 16 g/mol =30 g/mol'dür. Buna göre hesaplamalarımızı yapalım.

$6,02x10^{23}$ tane NO	30 g
$6,02x10^{22}$ tane NO	?
	? = 3 g bulunur.

7. Örnek

5,2 gram C_2H_2 bileşiğinde kaç tane molekül bulunur?

(C = 12 g/mol, H = 1 g/mol)

7. Çözüm

1 mol C_2H_2 bileşiğinde $6,02x10^{23}$ tane molekül bulunur. Buna bağlı olarak hesaplama yapabilmek için ilk olarak bileşiğin kaç mol olduğunu bulalım.

1 mol C_2H_2 bileşiği, (2x12 g/mol) + (2x1 g/mol) = 26 g/mol'dür. Öyleyse 5,2 gram C_2H_2 gazı,

$$n = \frac{m}{M_A}$$

$$= \frac{5,2\ g}{26\ g/mol}$$

$$= 0,2 \text{ mol olur.}$$

1 mol bileşikte	$6,02x10^{23}$ tane molekül
0,2 mol bileşikte	?
	? = $1,204x10^{23}$ tane molekül bulunur.

8. Örnek

0,5 mol XO_2 gazı 23 gram olduğuna göre X elementinin mol kütlesi kaç gramdır? (O = 16 g/mol)

8. Çözüm

X'in mol kütlesini bulmak için ilk olarak XO_2 bileşiğinin mol kütlesini hesaplamalıyız.

$$0,5 \text{ mol} = \frac{23 \text{ g}}{M_A}$$

$$M_A = 46 \text{ g/mol}$$

Bileşiğin mol kütlesinden oksijen atomlarının toplam kütlesini çıkararak X'in mol kütlesini bulabiliriz.

M_X = 46 g/mol – (2 x 16 g/mol)

= 14 g/mol bulunur.

Bilelim

Sıcaklığın 0°C ve basıncın 1 atm olduğu koşullar **normal koşullar**, sıcaklığın 25°C ve basıncın 1 atm olduğu koşullar ise **oda koşulları** ya da **standart koşullar** olarak adlandırılır.

Gazlarda hacim hesaplaması nasıl yapılır?

Gazların hacimleri, belirli koşullarda mol sayılarıyla doğru orantılı değişir. Örneğin, normal koşullarda 1 mol gaz 22,4 litre hacim kaplar. Eğer gaz madde oda koşullarında bulunuyorsa bu sefer 1 molünün kapladığı hacim 24,5 litre olur. Dolayısıyla gazların içinde bulunduğu koşullar değiştiğinde hacimleri de değişir.

Normal koşullarda 1 mol gaz 22,4 litre hacim kaplar.

Örneğin, 0,5 mol O_2 gazının normal koşullarda kapladığı hacmi hesaplayalım.

1 mol gaz	22,4 litre
0,5 mol gaz	?
	? = 11,2 litre olarak bulunur.

9. Örnek

0,4 mol He gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?

9. Çözüm

1 mol gaz normal koşullarda 22,4 litre hacim kapladığına göre 0,4 mol He gazı,

1 mol gaz	22,4 litre
0,4 mol gaz	?
	? = 8,96 litre hacim kaplar.

Dikkat Edelim!

Hacimler arasındaki oran, sadece gaz maddeler arasında kurulabilir.

10. Örnek

Kaç mol CO gazı normal koşullarda 5,6 litre hacim kaplar?

10. Çözüm

1 mol gaz, normal koşullarda 22,4 litre hacim kapladığına göre,

22,4 litre	1 mol
5,6 litre	?
	? = 0,25 mol olarak hesaplanır.

11. Örnek

8 gram O_2 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?
(O =16 g/mol)

11. Çözüm

Gazın normal koşullardaki hacmini bulmak için mol sayısını hesaplamak gerekir.

$$n = \frac{m}{M_A}$$

$$n = \frac{8\,g}{32\ g/mol}$$

$$n = 0,25\ mol$$

Normal koşullarda, 1 mol gaz 22,4 litre hacim kapladığına göre,

1 mol	22,4 litre
0,25 mol	?
	? = 5,6 litre hacim kaplar.

12. Örnek

Normal koşullarda 67,2 litre hacim kaplayan CH_4 gazında toplam kaç mol atom bulunur?

12. Çözüm

Öncelikle CH_4 gazının mol sayısını bulmalıyız.

22,4 litre	1 mol
67,2 litre	?
	? = 3 mol

Buna göre gazdaki toplam atom sayısı,

1 mol CH_4 gazında	5 mol atom (1 mol C + 4 mol H)
3 mol CH_4 gazında	?
	? = 15 mol atom olarak hesaplanır.

13. Örnek

$3,01 \times 10^{23}$ tane molekül içeren SO_3 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?

13. Çözüm

Gazların normal koşullarda kapladığı hacmi bulabilmek için gazın mol sayısının bilinmesi gerekir.

$6,02 \times 10^{23}$ tane molekül	1 mol
$3,01 \times 10^{23}$ tane molekül	?
	? = 0,5 mol

Buna göre hacmi hesaplayabiliriz.

1 mol gaz	22,4 litre
0,5 mol gaz	?
	? = 11,2 litre hacim kaplar.

14. Örnek

Toplam 0,6 mol atom içeren O_2 gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?

14. Çözüm

1 mol O_2 gazında toplam 2 mol atom bulunur. Buna göre 2 mol atom içeren O_2 gazı 1 moldür ve normal koşullarda 22,4 litre hacim kaplar.

2 mol atom içeren O_2 gazı	22,4 L hacim kaplar.
0,6 mol atom içeren O_2 gazı	?
	? = 6,72 L hacim kaplar.

Bilelim

Hidrojenin ^{2}D ile sembolize edilen izotopu **döteryum**, ^{3}T ile sembolize edileni ise **trityum** olarak adlandırılır.

İzotop Atomlar

Proton sayıları aynı, nötron sayıları farklı olan atomlara **izotop atomlar** denir. Bazı elementlerin çok sayıda izotopu varken bazılarının bir tane izotopu vardır. Örneğin, brom elementinin 79 ve 81 kütle numaralı iki izotopu varken hidrojen elementinin 1, 2 ve 3 kütle numaralı üç izotopu bulunur. Kalay elementinin ise on tane izotopu vardır. Peki, elementlerin atom kütlelerini belirlerken izotoplardan hangisinin kütle numarasını dikkate alacağız?

Bunun için izotopların doğadaki bolluk yüzdelerine göre bir ağırlıklı ortalama hesabı yapılır.

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{\left(\begin{matrix}\text{1. izotopun}\\ \text{kütle numarası}\end{matrix} \times \begin{matrix}\text{1. izotopun}\\ \text{bolluk yüzdesi}\end{matrix}\right) + \left(\begin{matrix}\text{2. izotopun}\\ \text{kütle numarası}\end{matrix} \times \begin{matrix}\text{2. izotopun}\\ \text{bolluk yüzdesi}\end{matrix}\right) + \ldots}{100}$$

Bu yüzden bazı elementlerin mol kütleleri tam sayı çıkmaz. Örneğin, klor elementinin ^{35}Cl ve ^{37}Cl olmak üzere kararlı iki izotopu bulunmaktadır. ^{35}Cl izotopunun doğadaki bolluk yüzdesi %75,77, ^{37}Cl izotopunun ise %24,23'tür. Buna göre klor elementinin ortalama atom kütlesini hesaplayalım.

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{(35 \times 75,77) + (37 \times 24,23)}{100}$$

$$\cong 35,48 \text{ g/mol}$$

Bilelim

Elementlerin pek çoğunun mol kütlesi, doğadaki izotoplarının ortalaması alındığı için tam sayı değildir.

15. Örnek

Rubidyum metalinin doğada ^{85}Rb ve ^{87}Rb olmak üzere iki izotopu bulunur. ^{85}Rb izotopunun doğadaki bolluk yüzdesi %72,1 olduğuna göre rubidyum metalinin ortalama atom kütlesi kaçtır?

15. Çözüm

Rubidyum metalinin ortalama atom kütlesini,

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{\left(\begin{matrix}\text{1. izotopun} \\ \text{kütle} \\ \text{numarası}\end{matrix} \times \begin{matrix}\text{1. izotopun} \\ \text{bolluk} \\ \text{yüzdesi}\end{matrix}\right) + \left(\begin{matrix}\text{2. izotopun} \\ \text{kütle} \\ \text{numarası}\end{matrix} \times \begin{matrix}\text{2. izotopun} \\ \text{bolluk} \\ \text{yüzdesi}\end{matrix}\right)}{100}$$

bağıntısından hesaplayabiliriz. İzotoplardan birinin bolluk yüzdesi 72,1 olduğuna göre diğerininki 100 – 72,1=27,9'dur.

$$\text{Ortalama atom kütlesi} = \frac{(85 \times 72,1) + (87 \times 27,9)}{100} \cong 85,55 \text{ bulunur.}$$

Bölüm Sonu Uygulaması

1. Bağıl atom kütlesi ve gerçek atom kütlesi nedir?
2. 2,8 gram CO bileşiğinde toplam kaç mol atom vardır? (C=12 g/mol, O=16 g/mol)
3. $6,02 \times 10^{22}$ tane molekül içeren C_3H_4 bileşiğinde toplam kaç mol atom bulunur?
4. $3,01 \times 10^{23}$ tane molekül içeren SO_3 gazında kaç gram oksijen atomu bulunur? (O=16 g/mol)
5. Toplam 1 mol atom içeren NH_3 bileşiğinde kaç tane molekül bulunur?
6. 0,3 molü 48 gram olan bileşiğin mol kütlesi kaç gramdır?
7. 0,2 molü 21,6 gram olan X_2O_5 bileşiğindeki X elementinin mol kütlesi kaç gramdır? (O=16 g/mol)
8. Birden fazla izotopu bulunan bir elementin ortalama atom kütlesinin hesaplanması için hangi değerlere ihtiyaç vardır?

3. Bölüm: KİMYASAL TEPKİMELER VE DENKLEMLER

Hazırlık

- Bir kimyasal tepkimeyi pratik olarak nasıl ifade edersiniz?
- Bir maddenin yanabilmesi için koşullar ne olmalıdır?
- Acaba Pamukkale'deki travertenler nasıl oluşmuştur?

Farklı kimyasal türlerin birbirleriyle etkileşimleri de farklıdır. Buna bağlı olarak farklı tepkime türleri ortaya çıkmaktadır. Bazı tepkimeler oksijen gazıyla gerçekleşirken bazılarında çökeltiler oluşmaktadır. Bazı tepkimelerde ise reaktif maddelerin elektriksel yüklerinde değişimler gerçekleşmektedir. Bu bölümümüzde farklı tepkime türlerinin gerçekleşme esaslarını ve denklemlerinin denkleştirilme kurallarını öğreneceğiz.

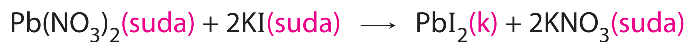
1.3.1. Kimyasal Tepkimeler

Tepkime Denklemleri

Kimyasal tepkime denklemleri, kimyasal olayların pratik olarak ifade edilmesini sağlayan gösterimlerdir. Bu denklemlerde, tepkimelerdeki maddelerin sembol ya da formüllerinin dışında fiziksel hâlleri de gösterilir. Katılar için (k), sıvılar için (s), gazlar için (g) ve sulu çözeltiler için (suda) ya da (aqua) gösterimleri kullanılır.

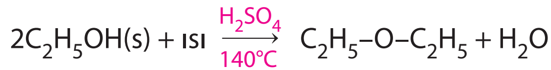


$$CaCO_3(k) \xrightarrow{ısı} CaO(k) + CO_2(g)$$



$$Pb(NO_3)_2(suda) + 2KI(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2KNO_3(suda)$$

Tepkime denklemlerinde ayrıca tepkimenin gerçekleştiği koşullar da belirtilebilmektedir.



$$2C_2H_5OH(s) + ısı \xrightarrow[140°C]{H_2SO_4} C_2H_5\text{–}O\text{–}C_2H_5 + H_2O$$

Tepkime denklemlerinden o tepkimenin endotermik ya da ekzotermik gerçekleşip gerçekleşmediğini anlayabiliriz. Ekzotermik gerçekleşen tepkimelerde ısı değeri denklemin ürünler tarafına, endotermik tepkimelerde ise reaktifler tarafına yazılır.



$$C(k) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 393{,}5\ kJ/mol$$



$$H_2O(s) + 285{,}8\ kJ/mol \longrightarrow H_2(g) + 1/2\ O_2(g)$$

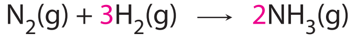
Bilelim

Tepkimelerde giren ya da oluşan maddeler arasına "+", giren ve oluşan maddeler arasına tepkimenin yönünü gösterici ok işareti konur.

Bilelim

Tepkimelere giren maddeler **reaktif (tepken** ya da **reaktan)**, tepkimelerde oluşan maddeler **ürün** olarak adlandırılır.

Tepkime denklemlerinde reaktif ve ürünler belirtilirken tepkimeyi mol sayılarına göre gerçekleştirme oranları da sayılarla belirtilir.



$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$

Maddelerin tepkimeyi gerçekleştirme oranları, toplam atom sayısı korunacak şekilde olur. Yukarıda verilen tepkimede iki N atomu ile altı H atomu tepkimeye girmiş ve iki N atomu ile altı H atomu ürün olarak çıkmıştır. Örnekte de görüldüğü gibi toplam atom sayısının korunması ilkesine bağlı olarak tepkime denklemleri denkleştirilir.

Tepkime denklemleri nasıl denkleştirilir?

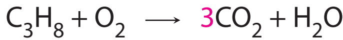
Tepkimelerde, tepkimeye giren toplam atom sayısı ürünlerdeki toplam atom sayısına eşittir. Buna bağlı olarak tepkime denklemleri denkleştirilir. Örneğin,



$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$

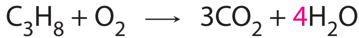
tepkimesini denkleştirelim.

Tepkimenin reaktifler tarafında 3 C atomu (C_3H_8) bulunmaktadır. Buna göre ürünler tarafında da aynı sayıda C atomu bulunmalıdır. Bunun için CO_2 bileşiğinin başına 3 katsayısı gelmelidir.



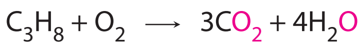
$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow 3CO_2 + H_2O$

Reaktifler tarafındaki 8 H atomunu (C_3H_8) denkleştirmek için ürünlerdeki H_2O bileşiğinin başına 4 katsayısı getirilmelidir.



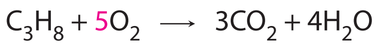
$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

Tepkimenin ürünler tarafındaki katsayılarının hepsi denkleme yerleştirildiğine göre ürünlerdeki oksijen atomunun sayısını belirleyebiliriz.



$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

Buna göre (3 x 2) + (4 x 1) = 10 oksijen atomu ürün olarak bulunur. Öyleyse reaktifler tarafında da 10 oksijen atomu bulunması gerekir. Bunun için O_2 molekülünün katsayısı 5 olmalıdır.

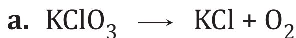


$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

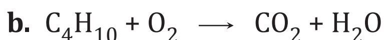
O_2 molekülünün de katsayısının belirlenmesiyle tepkime denkleştirilmiş olur.

Öğrendiklerimizi uygulayalım

Aşağıda verilen tepkimeleri, en küçük tam sayılarla denkleştiriniz.



a. $KClO_3 \longrightarrow KCl + O_2$



b. $C_4H_{10} + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$



c. $NH_3 + O_2 \longrightarrow N_2 + H_2O$

Dikkat Edelim!

Kimyasal tepkimelerde toplam atom sayısı korunur fakat molekül sayısı korunmayabilir.

Bilelim

Tepkime denklemlerinde bileşiğin sol tarafına yazılan katsayılar, bileşiğin içindeki tüm atomların sayılarıyla çarpım durumundadır.



Resim 1.3.1: Demirin paslanması yavaş yanma şeklinde gerçekleşir.

Tepkime Çeşitleri

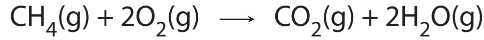
Tepkimeye giren maddelerin türüne ve gerçekleşme şekillerine göre farklı çeşitte kimyasal tepkimeler vardır. Bunlardan bazılarını aşağıda inceleyelim.

Yanma Tepkimeleri

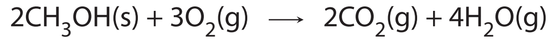
Maddelerin oksijen gazıyla gerçekleştirdiği tepkimelere **yanma tepkimeleri** denir. Yanma tepkimelerinin hızlı ve yavaş yanma olarak iki çeşidi vardır. **Hızlı yanma** tepkimelerinde ısı ve ışık gözlenebilirken **yavaş yanma** tepkimelerinde gözlemlenmez. Odunun ve kömürün yanması hızlı yanmaya, demirin paslanması ise yavaş yanmaya örnektir.

Yavaş yanma tepkimelerinde ısı ve ışık gözlenmez.

Maddelerin oksijen gazıyla gerçekleştirdiği tepkimeler sonunda genellikle oksit bileşikleri oluşur. Örneğin; sadece C, H ve O elementlerini içeren organik bileşiklerin yanması sonucu oluşan maddelerden biri karbon dioksit bileşiğidir.



$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

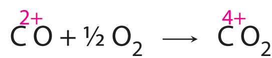


$2CH_3OH(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 4H_2O(g)$

Yukarıdaki tepkimelerde de görüldüğü gibi organik maddelerin yanması sonucu CO_2 ve H_2O bileşikleri mutlaka oluşur.

Bütün bileşikler yanma tepkimesi verir mi?

Bir bileşiğin yanma tepkimesi verebilmesi için bileşimindeki metal ya da ametal atomunun elektriksel yükünün büyümesi gerekir. Çünkü O_2 gazı tepkimeye girdiği maddelerdeki metal ya da ametal atomunun elektriksel yükünün büyümesine neden olur. Örneğin, CO gazı yanma tepkimesi verirken CO_2 gazı vermez. Çünkü periyodik tablonun 4A grubunda bulunan karbon elementinin alabileceği en büyük elektriksel yük +4'tür. CO bileşiğinde karbonun elektriksel yükü +2 olduğu için O_2 ile tepkimeye girip elektriksel yükünü +4 yapabilir.



$\overset{2+}{C}O + ½\,O_2 \longrightarrow \overset{4+}{C}O_2$

CO_2 bileşiğinde karbonun elektriksel yükü +4'tür ve daha büyük bir değer alamaz. Bu yüzden CO_2 bileşiği yanma tepkimesi veremez.

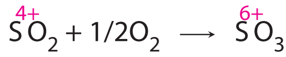


$CO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow$ Tepkime gerçekleşmez.

Dikkat Edelim!

Organik bileşiğin yapısında C, H ve O elementlerinden başka elementlerin bulunması durumunda, yanma tepkimesi sonunda CO_2 ve H_2O bileşiklerinden başka bileşikler de açığa çıkar.

Benzer şekilde, periyodik tablonun 6A grubu elementlerinden biri olan kükürt elementinin SO_2 bileşiği yanma tepkimesi verir fakat SO_3 bileşiği vermez. Çünkü SO_2 bileşiğinde kükürt atomunun elektriksel yükü +4'tür ve alabileceği en büyük elektriksel yük olan +6 değerine ulaşabilir.



$$\overset{4+}{S}O_2 + 1/2O_2 \longrightarrow \overset{6+}{S}O_3$$

SO_3 bileşiğinde ise kükürt atomu, alabileceği en büyük elektriksel yüke ulaşmıştır. Bu yüzden SO_3 bileşiği yanma tepkimesi veremez.



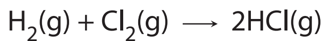
$SO_3(g) + O_2(g) \longrightarrow$ Tepkime gerçekleşmez.

Bilelim

Yanma tepkimeleri (azot gazınınki hariç) ekzotermik gerçekleşir.

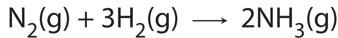
Sentez (Oluşum) Tepkimeleri

İki ya da daha fazla maddenin tek bir madde oluşturmasıyla sonuçlanan tepkimelere **sentez tepkimesi** denir. Sentez tepkimeleri **oluşum tepkimesi** olarak da adlandırılır. Örneğin, HCl bileşiğinin H_2 ve Cl_2 moleküllerinden oluşması sentez tepkimesine bir örnektir.

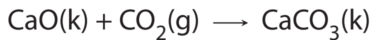


$$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$$

Sentez tepkimelerine aşağıdaki örnek de verilebilir.



$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$



$$CaO(k) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(k)$$

Analiz (Ayrışma) Tepkimeleri

Bir bileşiğin birden fazla bileşene ayrılmasıyla gerçekleşen tepkimelere **analiz tepkimesi** denir. Analiz tepkimeleri **ayrışma tepkimesi** olarak da adlandırılır. Örneğin, $KClO_3$ katısının bileşenlerine ayrılması bu tür tepkimelere örnek verilebilir.

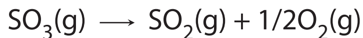


$$KClO_3(k) \longrightarrow KCl(k) + 3/2\ O_2(g)$$

Analiz tepkimelerine aşağıdaki örnekleri de verebiliriz.



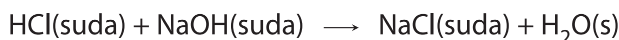
$$2HBr(g) \longrightarrow H_2(g) + Br_2(g)$$



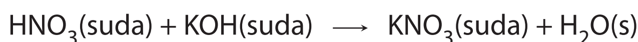
$$SO_3(g) \longrightarrow SO_2(g) + 1/2O_2(g)$$

Asit-Baz Tepkimeleri

Asit ve baz çözeltileri arasında gerçekleşen tepkimelere **asit-baz tepkimeleri** denir. Asit ve bazlar arasında gerçekleşen tepkimelerin çoğunda tuz ve su oluşurken bazılarında su oluşmaz.



$$HCl(suda) + NaOH(suda) \longrightarrow NaCl(suda) + H_2O(s)$$



$$HNO_3(suda) + KOH(suda) \longrightarrow KNO_3(suda) + H_2O(s)$$

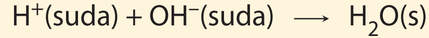


$$NH_3(suda) + HCl(suda) \longrightarrow NH_4Cl(suda)$$

Bilelim

NH_3 bazının asitlerle tepkimesi sonucu sadece tuz açığa çıkar.

Asit ve baz çözeltileri arasında gerçekleşen tepkimeler sonunda asitten gelen H^+ iyonu ile bazdan gelen OH^- iyonları tepkimeye girerek H_2O bileşiğini oluşturuyorsa bu tepkimeler **nötralleşme tepkimesi** olarak adlandırılır.



$$H^+(suda) + OH^-(suda) \longrightarrow H_2O(s)$$

Bir tepkimenin asit-baz tepkimesi olduğuna karar vermek için tepkimeye giren maddeleri tanımamız gerekir. Bir maddenin asit olması için sulu çözeltisine H^+ iyonu vermesi gerekir. Benzer şekilde bir maddenin baz olması için sulu çözeltisine OH^- iyonu vermesi gerekir. Bir maddenin asit ya da baz olması için yapısında H^+ ya da OH^- iyonu bulunması gerekmez. Önemli olan, suda çözündüğünde H^+ ya da OH^- iyonlarının açığa çıkmasıdır. Örneğin; CO_3^{2-} ve HCO_3^- iyonlarını içeren tuzlar, baz özelliği gösterir ve bu nedenle asitlerle tepkime verir.



$$CaCO_3(k) + 2HCl(suda) \longrightarrow CaCl_2(suda) + CO_2(g) + H_2O(s)$$



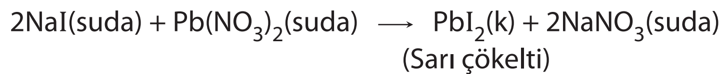
$$NaHCO_3(k) + HNO_3(suda) \longrightarrow NaNO_3(suda) + CO_2(g) + H_2O(s)$$



Resim 1.3.2: Mağaralardaki sarkıt ve dikitler çökelme tepkimeleri sonucunda oluşur.

Çözünme-Çökelme Tepkimeleri

Sulu çözeltiler arasında gerçekleşen tepkimelerde oluşan maddelerin sudaki çözünürlükleri yüksekse herhangi bir çökelti (çökelek) oluşmaz. İki sulu çözelti karıştırıldığında eğer oluşan maddelerden en az birinin sudaki çözünürlüğü çok düşük ise çökelti oluşur. Bu tür tepkimelere **çökelme tepkimeleri** denir. Örneğin, NaI ve $Pb(NO_3)_2$ sulu çözeltilerinin karıştırılması sonucunda gerçekleşen tepkimede PbI_2 ve $NaNO_3$ bileşikleri oluşur. PbI_2 tuzu, sudaki çözünürlüğü çok düşük olduğu için çökelti olarak kabın dibinde toplanır **(Resim 1.3.3)**.



$$2NaI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow \underset{\text{(Sarı çökelti)}}{PbI_2(k)} + 2NaNO_3(suda)$$

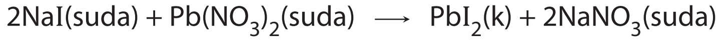


Resim 1.3.3: *NaI ve $Pb(NO_3)_2$ sulu çözeltilerinin karıştırılması sonucunda oluşan PbI_2 çökeltisi*

Bilelim

Çökelme tepkimeleri sonucunda çökelti oluşturmayan iyonlar **seyirci iyon** olarak adlandırılır.

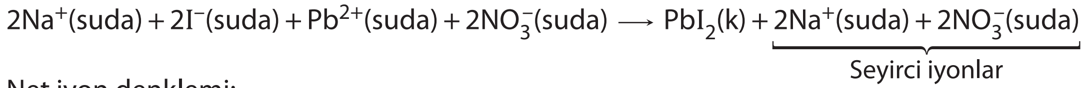
Çözünme-çökelme tepkimelerinde seyirci iyonların çıkarılması sonunda **net iyon denklemi** elde edilir. Örneğin,



$2NaI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2NaNO_3(suda)$

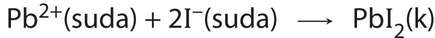
tepkimesinin iyon ve net iyon denklemi aşağıdaki gibidir.

İyon denklemi:



$2Na^+(suda) + 2I^-(suda) + Pb^{2+}(suda) + 2NO_3^-(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + \underbrace{2Na^+(suda) + 2NO_3^-(suda)}_{\text{Seyirci iyonlar}}$

Net iyon denklemi:



$Pb^{2+}(suda) + 2I^-(suda) \longrightarrow PbI_2(k)$

olarak ifade edilir.

Öğrendiklerimizi uygulayalım

Aşağıda verilen tepkimelerin iyon ve net iyon denklemlerini yazınız.

a. $Pb(NO_3)_2(suda) + 2KBr(suda) \longrightarrow PbBr_2(k) + 2KNO_3(suda)$

b. $AgNO_3(suda) + HCl(suda) \longrightarrow AgCl(k) + HNO_3(suda)$

c. $BaCl_2(suda) + Na_2SO_4(suda) \longrightarrow BaSO_4(k) + 2NaCl(suda)$

Etkinlik 1.3.1



Kurşun (II) İyodürün Çökmesi

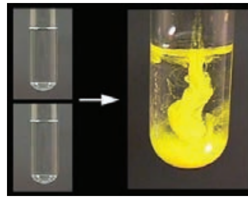
Etkinliğin Amacı

Çökelme tepkimelerinin nasıl gerçekleştiğini gözlemlemek.

Araç ve Gereç

$Pb(NO_3)_2$, KI, 2 adet deney tüpü, 2 adet beher, saf su.

Etkinliğin Uygulanışı



1. İki farklı behere bir miktar saf su koyunuz ve bu beherlerden birinde $Pb(NO_3)_2$, diğerinde KI tuzu çözünüz.
2. Deney tüplerinden birine $Pb(NO_3)_2$, diğerine KI çözeltisi koyunuz.
3. $Pb(NO_3)_2$ çözeltisini diğer çözeltinin üzerine ekleyiniz ve oluşan çökeltiyi gözlemleyiniz.

Değerlendirme

1. Tepkimenin gerçekleştiğini nasıl anladınız?
2. Tepkime denklemini yazınız.
3. Hangi madde çökmüştür?
4. Çözeltiler karıştıktan sonra kapta hangi maddeler bulunabilir?

Kimyasal tepkimeleri daha iyi kavrayabilmek için Genel Ağ'da araştırma yapabilir ve animasyon, simülasyon, video gibi bilişim teknolojilerinden yararlanabilirsiniz.

Bölüm Sonu Uygulaması

1. Yanma tepkimeleri nasıl gerçekleşir?

2. Yanma tepkimelerinin sonucunda ısı değişimi genellikle nasıl gerçekleşir?

3. Yanma tepkimelerinde reaktiflerden birinin oksijen gazı olması şart mıdır? Açıklayınız.

4. Kimyasal tepkimelerde molekül sayılarının toplamı korunur mu? Açıklayınız.

5. Kimyasal tepkimelerde tepkime koşulları denklemde nasıl belirtilir?

6. Kimyasal tepkime denklemleri yazılırken nelere dikkat edilir?

7. $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$
tepkimesindeki reaktif ve ürün maddeleri yazınız.

8. Sentez tepkimelerini açıklayınız.

9. Bir tepkimenin analiz tepkimesi olduğu nasıl anlaşılır?

10. $H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$
tepkimesi ne tür tepkimelere örnek verilebilir?

11. Asitlerle bazlar arasında gerçekleşen tepkimelerde ne tür maddeler oluşur?

12. Tüm asit-baz tepkimelerinde tuz ve su açığa çıkar mı?

13. Bütün bileşikler yanma tepkimesi verir mi? Açıklayınız.

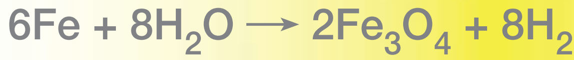
14. Yavaş ve hızlı yanma arasındaki farklar nelerdir?

15. Nötralleşme tepkimesi nedir?

16. Çökelme tepkimeleri nasıl gerçekleşir? Açıklayınız.

17. Çözünme-çökelme tepkimelerinde net iyon denklemi nasıl yazılır?





4. Bölüm: KİMYASAL TEPKİMELERDE HESAPLAMALAR

Kimyasal etkileşimlerin, sayısal olarak ifade edilebilmesi için kimyasal hesaplama yapmaya ihtiyaç vardır. Ulaşılmak istenen değere göre farklı hesaplama yöntemleri bulunmaktadır. Bu bölümümüzde kimyasal hesaplamalara temel oluşturan yöntemleri öğrenerek kimyasal tepkimelerle ilgili nicel inceleme yeteneği kazanacağız.

Hazırlık

- Bütün maddeler birbiriyle her oranda tepkimeye girer mi?
- Tepkimeler gerçekleşirken herhangi bir maddeden artma olur mu?
- Neler tepkimelerin verimini etkiler?

1.4.1. Kimyasal Hesaplamalar

Sınırlayıcı Bileşen Hesapları

Reaktif maddelerden alınan miktarlara göre tepkimelerden bazıları artansız gerçekleşirken bazılarında reaktiflerden biri tamamen harcanır. Böyle tepkimelere **tam verimli tepkime** denir. Tam verimli tepkimelerde tamamen harcanan maddeye **sınırlayıcı bileşen** adı verilir. Çünkü sınırlayıcı bileşen olarak adlandırılan madde, tepkimenin sonlanmasına neden olur. Diğer reaktif maddelerden artma olsa bile sınırlayıcı bileşen tamamen harcandığı için tepkime devam edemez. Bu yüzden bu tür tepkimelerde hesaplamalar sınırlayıcı bileşene göre yapılır. Şimdi bununla ilgili hesaplamaları, verilen örneklerde inceleyelim.

1. Örnek



$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(s)$

tepkimesine göre 0,4 mol H_2 gazı kaç mol O_2 gazıyla tepkimeye girer?

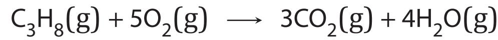
1. Çözüm

Tepkime denklemine baktığımızda mol sayılarına göre 2 mol H_2 gazının, 1 mol O_2 gazıyla tepkimeye girdiğini görürüz. Buna göre hesaplamamızı yapabiliriz.

2 mol H_2	1 mol O_2 ile tepkimeye girerse
0,4 mol H_2	?

? = 0,2 mol O_2 ile tepkimeye girer.

2. Örnek



$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \longrightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

tepkimesine göre 1,2 mol CO_2 gazı elde etmek için yeterince C_3H_8 gazıyla birlikte en az kaç mol O_2 gazı harcanır?

2. Çözüm

Tepkime denklemine baktığımızda mol sayılarına göre 3 mol CO_2 gazına karşılık 5 mol O_2 gazı bulunduğunu görürüz. 1,2 mol CO_2 elde etmek için kaç mol O_2 gerektiğini buna göre hesaplayabiliriz.

3 mol CO_2 için	5 mol O_2 tepkimeye girerse
1,2 mol CO_2 için	?

? = 2 mol O_2 tepkimeye girer.

3. Örnek

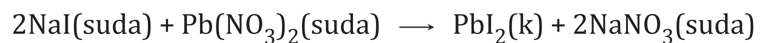
Kimya öğretmeni Ali Bey, öğrencileriyle birlikte laboratuvarda PbI_2 bileşiğini elde etmek istiyor. Bunun için öğrencilerini üç gruba ayırıp tepkime için bu gruplara aşağıda belirtilen miktarlarda reaktif madde veriyor.

I. grup: 0,4 mol NaI ile 1 mol $Pb(NO_3)_2$

II. grup: 0,8 mol NaI ile 0,3 mol $Pb(NO_3)_2$

III. grup: 1 mol NaI ile 0,5 mol $Pb(NO_3)_2$

Buna göre öğrencilerin gerçekleştireceği,



$2NaI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2NaNO_3(suda)$

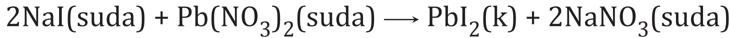
tepkimesi sonucu elde edilen PbI_2 miktarlarını karşılaştırınız.

3. Çözüm

Tepkimede mol sayılarına göre 2 mol NaI, 1 mol $Pb(NO_3)_2$ ile tepkimeye girmektedir. Hesaplamalarımızı buna göre yapabiliriz.

I. grup için:

Tepkimede eğer $Pb(NO_3)_2$ tamamen harcanıyorsa 1 molüne karşılık NaI'den 2 mol harcanması gerekir. Elimizde bu kadar NaI bulunmadığı için $Pb(NO_3)_2$ bitemez. Öyleyse tamamı harcanan madde NaI çözeltisidir. Aşağıdaki diğer hesaplamalarda da aynı yöntem uygulanır.



$$2NaI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2NaNO_3(suda)$$

	2NaI(suda)	$Pb(NO_3)_2$(suda)	PbI_2(k)	$2NaNO_3$(suda)
Başlangıç:	0,4 mol	1 mol	–	–
Değişim:	–0,4 mol	0,2 mol	**0,2 mol**	0,4 mol

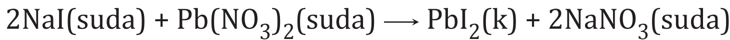
II. grup için:



$$2NaI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2NaNO_3(suda)$$

	2NaI(suda)	$Pb(NO_3)_2$(suda)	PbI_2(k)	$2NaNO_3$(suda)
Başlangıç:	0,8 mol	0,3 mol	–	–
Değişim:	–0,6 mol	–0,3 mol	**0,3 mol**	0,6 mol

III. grup için:



$$2NaI(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow PbI_2(k) + 2NaNO_3(suda)$$

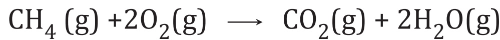
	2NaI(suda)	$Pb(NO_3)_2$(suda)	PbI_2(k)	$2NaNO_3$(suda)
Başlangıç:	1 mol	0,5 mol	–	–
Değişim:	–1 mol	–0,5 mol	**0,5 mol**	1 mol

Bu sonuçlara göre elde edilen PbI_2 miktarları arasında,

III. grup > II. grup > I. grup

ilişkisi vardır.

4. Örnek



$$CH_4 (g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

Yukarıda verilen tepkimeye göre normal koşullarda 4,48 litre CH_4 gazının tamamen yanması sonucu kaç gram H_2O gazı oluşur? (H=1 g/mol, O=16 g/mol)

4. Çözüm

Oluşan H_2O gazının kütlesini bulabilmek için mol sayısını bilmemiz gereklidir. Bunun bulunabilmesi için CH_4 gazının normal koşullardaki hacmi verilmiş. Öyleyse bu hacim değerinden CH_4 gazının mol sayısını bulup sonrasında H_2O gazının mol sayısını hesaplayabiliriz.

22,4 L CH_4(g)	1 mol
4,48 L CH_4(g)	?
	? = 0,2 mol

Tepkime denklemine göre 1 mol CH_4 gazı tepkimeye girdiğinde 2 mol H_2O oluşmaktadır.

1 mol CH_4 — 2 mol H_2O

0,2 mol CH_4 — ?

? = 0,4 mol H_2O

Suyun mol sayısını bulduğumuza göre kütlesini de hesaplayabiliriz.

1 mol H_2O — 18 gram

0,4 mol H_2O — ?

? = 7,2 gram H_2O oluşur.

5. Örnek

3 gram H_2 gazının tamamının



$$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$$

denklemine göre tepkimeye girmesi sonucu oluşan HCl gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar? (H=1 g/mol)

5. Çözüm

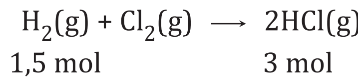
Tepkime denklemine göre molce 1 mol H_2 gazının yeterince Cl_2 gazıyla tepkimeye girmesi sonucu 2 mol HCl gazı oluşmaktadır. Tepkimeye giren H_2 gazının mol sayısını hesaplayarak bu orana göre HCl gazının da mol sayısını bulabiliriz.

2 gram H_2 — 1 mol

3 gram H_2 — ?

? = 1,5 mol

H_2 gazı 1,5 mol olduğuna göre HCl gazı 3 moldür.



$$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$$
1,5 mol — 3 mol

Buna göre HCl gazının hacmini hesaplayalım.

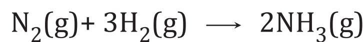
1 mol — 22,4 L

3 mol — ?

? = 67,2 litre hacim kapar.

6. Örnek

3 mol N_2 ve 3 mol H_2 gazları arasında,



$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

tepkimesi tam verimli gerçekleşmektedir. Buna göre;

a) Sınırlayıcı bileşen hangi maddedir?

b) Kaç mol ürün oluşur?

c) Hangi maddeden kaç mol artar?

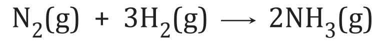
6. Çözüm

Sorunun çözümü için tepkimede başlangıçtaki değişen ve sonuçtaki değerlerin yazıldığı bir çizelge yapılması uygun olur.


$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3\,(g)$$

	$N_2(g)$	$3H_2(g)$	$2NH_3(g)$
Başlangıç:	3 mol	3 mol	–
Değişim:			
Sonuç:			

Daha sonra bu çizelgeye tepkime sırasında değişen değerler yazılarak sonuca ulaşılır. Verilen tepkime denklemine bakıldığında H_2 gazı, N_2 gazıyla 3'e 1 oranında (tepkime denklemindeki katsayılara göre) tepkimeye girmektedir. Buna göre başlangıçta alınan 3 mol H_2 gazının tamamı, N_2 gazının ise 1 molü harcanır. Katsayılar arasındaki orana göre 2 mol NH_3 gazı oluşur.

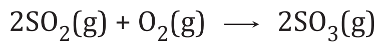

$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

	$N_2(g)$	$3H_2(g)$	$2NH_3(g)$
Başlangıç:	3 mol	3 mol	–
Değişim:	–1 mol	–3 mol	+2 mol
Sonuç:	2 mol	–	2 mol

Elde edilen bu verilere göre tepkimede tamamen harcanan H_2 gazı, tepkimenin sınırlayıcı bileşenidir. Tepkime sonunda 2 mol NH_3 gazı oluşurken 2 mol N_2 gazı artar.

7. Örnek

16 gram SO_2 ve 8 gram O_2 gazının tam verimli gerçekleştirdiği,


$$2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$$

tepkimesi sonunda hangi maddeden kaç gram artar ve kaç gram ürün oluşur? (O=16 g/mol, S=32 g/mol)

7. Çözüm

Sorunun çözümü için öncelikle başlangıçtaki maddelerin mol sayılarını bulalım.

$$n_{SO_2} = \frac{m_{SO_2}}{M_{SO_2}}$$

$$= \frac{16\ \text{g}}{64\ \text{g/mol}}$$

$$= 0{,}25\ \text{mol}$$

Bilelim

Reaktiflerin molce tepkimeye girme oranları, tepkime denklemindeki katsayılar arasındaki oranla aynıdır.

$$n_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}}$$

$$= \frac{8\ g}{32\ g/mol}$$

$$= 0,25\ mol$$

Bu değerlere göre tepkimemizi gerçekleştirelim. Tepkime denklemindeki katsayılara göre molce 2 mol SO_2, 1 mol O_2 ile tepkimeye giriyor. Öyleyse elimizdeki 0,25 mol SO_2 de 0,125 mol O_2 ile tepkimeye girer.

	$2SO_2(g)$	+ $O_2(g)$	$\longrightarrow 2SO_3(g)$
Başlangıç:	0,25 mol	0,25 mol	–
Değişim:	–0,25 mol	–0,125 mol	+0,25 mol
Sonuç:	–	0,125 mol	0,25 mol

Buna göre 0,125 mol O_2 gazı artarken 0,25 mol SO_3 gazı oluşur.

Öyleyse bu gazların kütlelerini hesaplayabiliriz.

m_{O_2} = 0,125 mol x 32 g/mol = 4 gram

m_{SO_3} = 0,25 mol x 80 g/mol = 20 gram

Bilelim

Sorularda verilen "en fazla" ürün oluşması ifadesi tepkimenin artansız ya da tam verimli gerçekleştirildiği anlamına gelir.

8. Örnek

Eşit kütlelerde Fe ve O_2 alınarak gerçekleştirilen,



$$4Fe(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(k)$$

tepkimesi sonunda <u>en fazla</u> 160 gram Fe_2O_3 oluştuğuna göre hangi maddeden kaç gram artmıştır? (O=16 g/mol, Fe=56 g/mol)

8. Çözüm

Bu sorunun çözümü için maddelerin kütlece birleşme oranlarını bulmamız gerekir. Bunun için önce Fe, O_2 ve Fe_2O_3 maddelerinin tepkimedeki katsayılarına ve mol kütlelerine göre kütlelerini hesaplayalım.

$4Fe(k)$	+ $3O_2(g)$	$\longrightarrow 2Fe_2O_3(k)$
4 mol x 56 g/mol	3 mol x 32 g/mol	2 mol x 160 g/mol
224 g	96 g	320 g

Buna göre 320 gram Fe_2O_3 bileşiğinin oluşması için 224 gram Fe ile 96 gram O_2, 160 gram Fe_2O_3 bileşiğinin oluşması için ise 112 gram Fe ile 48 gram O_2 gerekir.

Öyleyse tepkimede 112 gram Fe ile 48 gram O_2 harcanmıştır. Başlangıçta eşit kütlelerde alındıklarına göre her iki maddeden de 112 gram alınmış olmalıdır. Eğer bu maddeler 48 gram alınsaydı o zaman 112 gram Fe harcanamazdı.



$$4Fe(k) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Fe_2O_3(k)$$

	$4Fe(k)$	$3O_2(g)$	$2Fe_2O_3(k)$
Başlangıç:	112 g	112 g	–
Değişim:	–112 g	–48 g	+160 g
Sonuç:	–	64 g	160 g

Buna göre 64 gram O_2 artmış olur.

9. Örnek

0,4 mol CH_4 ve 0,6 mol O_2 gazlarının tepkimesinden normal koşullarda en fazla kaç litre CO_2 gazı oluşur?

9. Çözüm

İlk olarak tepkime denklemini yazalım.



$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

Tepkime denklemine göre CH_4 ve O_2 gazları molce 1'e 2 oranında tepkimeye girmektedir. Öyleyse 0,4 mol CH_4 gazının 0,8 mol O_2 gazıyla tepkimeye girmesi gerekir. Fakat bu kadar O_2 gazı yoktur. Öyleyse CH_4 gazı değil O_2 gazı tamamen harcanır ve 0,3 mol CH_4 gazıyla tepkimeye girer.



	$CH_4(g)$ +	$2O_2(g)$ ⟶	$CO_2(g)$ +	$2H_2O(g)$
Başlangıç:	0,4 mol	0,6 mol	-	
Değişim:	–0,3 mol	–0,6 mol	+0,3 mol	+0,6 mol

Tepkimede oluşan 0,3 mol CO_2 gazının normal koşullardaki hacmi,

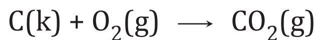
1 mol gaz	22,4 litre
0,3 mol gaz	?
	? = 6,72 litre olur.

10. Örnek

Eşit kütlelerde alınan C ve O_2 maddelerinin tepkimesinden en fazla 8,8 gram CO_2 bileşiği oluşuyor. Buna göre hangi maddeden kaç gram artmıştır? (C=12 g/mol, O=16 g/mol)

10. Çözüm

İlk olarak tepkime denklemini yazalım.



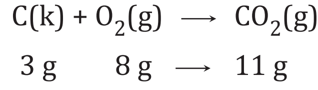
$$C(k) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

Tepkime denkleminde C ve O_2 maddelerinin eşit mollerde tepkimeye girdiği görülmektedir.

Buna göre bu maddelerin kütlece birleşme oranları,

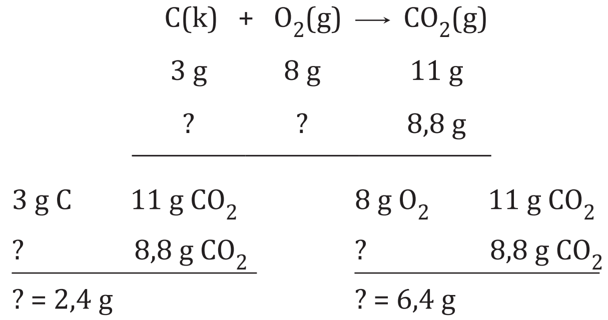
$$\frac{C}{O_2} = \frac{12\ g}{32\ g} = \frac{3}{8} \text{ olur.}$$

Bunun sonucunda,



$$C(k) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$
$$3\ g \quad 8\ g \longrightarrow 11\ g$$

ifadesini yazabiliriz. Bu ifadeye göre 8,8 gram CO_2 oluşması için kaç gram C ve O_2 maddesinin tepkimeye girdiğini bulalım.



$C(k)$	+ $O_2(g)$	$\longrightarrow CO_2(g)$
3 g	8 g	11 g
?	?	8,8 g

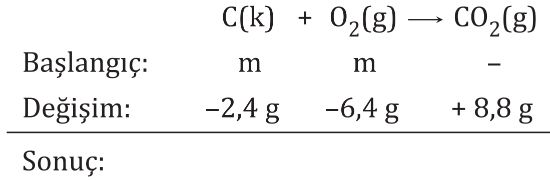
3 g C	11 g CO_2
?	8,8 g CO_2

? = 2,4 g

8 g O_2	11 g CO_2
?	8,8 g CO_2

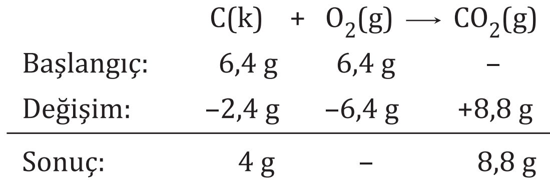
? = 6,4 g

Elde ettiğimiz verilere göre başlangıçta kaçar gram reaktif alındığını hesaplayalım.



	$C(k)$	+ $O_2(g)$	$\longrightarrow CO_2(g)$
Başlangıç:	m	m	–
Değişim:	–2,4 g	–6,4 g	+ 8,8 g
Sonuç:			

En fazla ürün elde edildiğine göre tepkimeye giren maddelerden en az birinin tükenmesi gerekir. Tepkmeye giren maddelerden başlangıçta eşit kütleler alındığına göre C ve O_2 maddesinin her ikisinden de 6,4 gram alınmıştır.



	$C(k)$	+ $O_2(g)$	$\longrightarrow CO_2(g)$
Başlangıç:	6,4 g	6,4 g	–
Değişim:	–2,4 g	–6,4 g	+8,8 g
Sonuç:	4 g	–	8,8 g

Buna göre tepkime sonucu 4 gram C artmıştır.

Verim Hesapları

Kimyasal tepkimelerde genellikle tepkime denklemi üzerinden yapılan hesaplarla tepkimenin gerçekleşmesi sırasında elde edilen değerler arasında farklılıklar olur. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Bunlardan biri tepkimenin gerçekleştiği koşullardır. Koşulların değişmesi tepkimenin verimini etkiler ve hesaplanan değerlerden daha farklı değerlerde ürün elde edilir. Bir başka neden, tepkimenin tersinir ger-

çekleşiyor olmasıdır. Eğer tepkime tersinir yani çift yönlü gerçekleşiyorsa %100 verim elde edilemez. Çünkü oluşan ürünün bir kısmı reaktifleri oluşturmak için tepkimeyi ters yönde gerçekleştirir.

Tersinir tepkimelerde %100 verim elde edilemez.

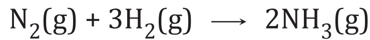
Tepkime sırasında gerçekleşebilecek madde kayıpları da tepkimeden istediğimiz verimi almamızı engeller.

Tepkime denklemine göre hesaplanan ürün miktarı **kuramsal verim,** gerçekte elde edilen ürün miktarı ise **gerçek verim** olarak adlandırılır. Tepkimenin verim yüzdesi ise gerçek verimin kuramsal verime orantılanmasıyla bulunur.

$$\text{Verim yüzdesi} = \frac{\text{Gerçek verim}}{\text{Kuramsal verim}} \times 100$$

11. Örnek

Bir fabrikada 560 kilogram N_2 gazı ve 180 kilogram H_2 gazının



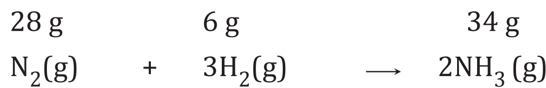
$$N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$$

tepkimesi sonunda 544 kilogram NH_3 gazı elde edilmiştir. Buna göre tepkimenin verim yüzdesini hesaplayınız.

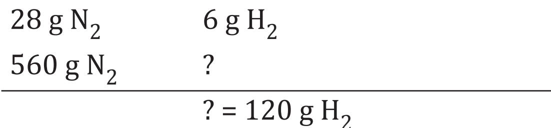
(H=1 g/mol, N=14 g/mol)

11. Çözüm

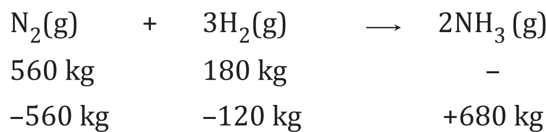
İlk önce, tepkimenin kuramsal verimini hesaplamalıyız. Tepkime denklemine göre 28 gram N_2 gazı, 6 gram H_2 gazıyla tepkimeye girer ve 34 gram NH_3 gazı oluşturur. Öyleyse tepkimeden kaç kilogram ürün oluşacağını hesaplayalım.



28 g		6 g		34 g
$N_2(g)$	+	$3H_2(g)$	$\longrightarrow$	$2NH_3\,(g)$



28 g N_2	6 g H_2
560 g N_2	?
	? = 120 g H_2



$N_2(g)$	+	$3H_2(g)$	$\longrightarrow$	$2NH_3\,(g)$
560 kg		180 kg		–
–560 kg		–120 kg		+680 kg

Sonuçta tepkimenin kuramsal verimi 680 kg olur. Gerçek verim 544 kg olduğuna göre verim yüzdesini hesaplayabiliriz.

$$\text{Verim yüzdesi} = \frac{\text{Gerçek verim}}{\text{Kuramsal verim}} \times 100$$

$$= \frac{544\ \text{kg}}{680\ \text{kg}} \times 100 = \%80 \text{ bulunur.}$$

12. Örnek

800 kilogram $CaCO_3$ katısı %60 verimle,



tepkimesini gerçekleştirdiğine göre kaç mol CO_2 gazı elde edilir? ($CaCO_3$ = 100 g/mol)

12. Çözüm

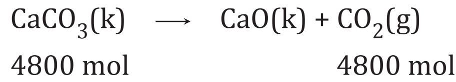
CO_2 gazının mol sayısını bulmak için öncelikle tepkimeye giren $CaCO_3$ miktarını bulmalıyız. Tepkime %60 verimle gerçekleştiğine göre 800 kilogram $CaCO_3$ katısının sadece %60'ı tepkimeye girmiştir.

$$\frac{800\,kg \times 60}{100} = 480\ kg = 480 \times 10^3\ g\ \ CaCO_3$$

Öyleyse tepkimeye giren $CaCO_3$ katısının mol sayısı,

$$n_{CaCO_3} = \frac{480 \times 10^3\,g}{100\ g/mol} = 4800 \text{ mol bulunur.}$$

Buna göre tepkime denkleminden CO_2 gazının mol sayısını hesaplayabiliriz.



Bölüm Sonu Uygulaması

1. Tepkimelerde sınırlayıcı bileşen nedir?

2. Tepkime kabına konan reaktif maddelerin tamamı harcanır mı? Açıklayınız.

3. Tepkimelerin tam verimli gerçekleşmesi ne anlama gelir?

4. Tüm tepkimelerden %100 verim elde edilebilir mi? Açıklayınız.

5. Tepkimelerin verimini etkileyebilecek nedenleri yazınız.

6. 0,5 mol C_2H_2 ile 1,2 mol H_2 gazı,

$C_2H_2(g) + 2H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$

tepkimesini tam verimli olarak gerçekleştiriyor. Buna göre tepkime sonunda kapta toplam kaç mol gaz bulunur?

7. 44,8 gram SO_3 gazı ile

$2SO_3(g) \longrightarrow 2SO_2(g) + O_2(g)$

tepkimesi gerçekleştirildiğinde 4,48 gram O_2 gazı oluşmaktadır. Buna göre tepkimenin verim yüzdesi kaçtır?
(O = 16 g/mol, S = 32 g/mol)

ÜNİTE SONU DEĞERLENDİRMESİ

A) Aşağıda verilen ifadeleri okuyunuz ve ifadelerin doğru ya da yanlış olma nedenlerini kutucuklara yazınız.

1. Avogadro sayısı 6,02 x 10^{-23}'tür.

2. Günümüzde kullandığımız bağıl atom kütleleri ^{12}C izotopuna göre hesaplanmıştır.

3. Gazların 1 molü normal koşullarda 22,4 litre hacim kaplar.

4. Doğada farklı izotopları bulunan elementlerin atom kütleleri belirlenirken doğadaki bolluk yüzdesi en büyük olanınki ölçü olarak alınır.

5. Kimyasal tepkime denklemlerinde sadece maddelerin sembol ya da formülleri ve katsayıları yer alır.

6. Kimyasal tepkimelerde molekül sayısı korunmayabilir.

B) Aşağıda verilen ifadelerdeki noktalı yerleri, kutucuklarda verilen kelimelerden uygun olanı seçerek doldurunuz.

koşulları	analiz	tuz	yavaş	su
%100 verim	çöken	oksijen gazı	çökelme	

1. Metallerin oksitlenmesi .... yanma olayıdır.
2. Tüm asit-baz tepkimelerinde .... oluşur.
3. Yanma tepkimelerinde .... kullanılır.
4. Çözünme-çökelme tepkimelerinde net iyon denklemi .... maddeye göre yazılır.
5. Mağaralardaki sarkıt ve dikitlerin oluşumunda .... tepkimesi gerçekleşir.
6. Nötralleşme tepkimelerinde .... açığa çıkar .
7. Bir bileşiğin birden çok maddeye ayrışmasıyla gerçekleşen tepkimelere .... tepkimeleri denir.
8. Tersinir tepkimelerde .... elde edilemez.
9. Ortam .... tepkime verimine etki eder.

C) Kimya dersinde tepkime türlerini öğrenen Ahsen'in bunlar içinde en çok çökelme tepkimeleri ilgisini çekmiştir. Çünkü çökelme tepkimelerinin sadece laboratuvar ortamında değil doğada da gerçekleştiğini öğrenmiştir. Bunun üzerine Ahsen doğadaki ve evdeki çökelme tepkimelerine örnekler bulmaya çalışmış ve aşağıdaki tabloda yer alan oluşumları listelemiştir.

Aşağıdaki tabloda yer alan oluşumlardan çökelme tepkimesi olanları işaretleyiniz.

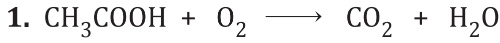
Örnekler	Çökelme tepkimesi olanlar
Pamukkale travertenlerinin oluşumu	
Tuz Gölü'nden tuz elde edilmesi	
Mağaralardaki sarkıtların oluşumu	
Çaydanlıkların dibinde kireç birikmesi	
Çamurlu suda çamurun dibe çökmesi	

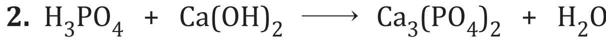
Ç) Bir kimya öğretmeni, öğrencilerine kimyasal tepkime türlerini anlatırken "Farklı maddelerin birbiriyle etkileşmesi sonucu farklı türde kimyasal tepkimeler gerçekleşir. Bu tepkimeleri, reaktiflere ya da tepkimenin gerçekleşme şekline göre sınıflandırabiliriz." ifadelerini aktarmıştır. Aktardığı ifadelerin devamında konuyu ayrıntılı bir şekilde anlatmış ve sonrasında öğrencilerine doldurmaları için aşağıdaki tabloyu vermiştir.

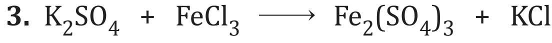
Siz de aşağıdaki tabloda verilen tepkimeleri inceleyip bu tepkimelerin hangi tepkime türüne ait olduklarını yazınız.

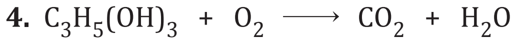
Tepkime	Tepkimenin türü
$CaO(k) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(k)$	
$2HNO_3(suda) + Mg(OH)_2(suda) \longrightarrow Mg(NO_3)_2(suda) + 2H_2O(s)$	
$NaCl(suda) + AgNO_3(suda) \longrightarrow AgCl(k) + NaNO_3(suda)$	
$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$	
$2HCl(g) \longrightarrow H_2(g) + Cl_2(g)$	
$2SO_3(g) \longrightarrow 2SO_2(g) + O_2(g)$	
$BaCl_2(suda) + K_2SO_4(suda) \longrightarrow BaSO_4(k) + 2KCl(suda)$	

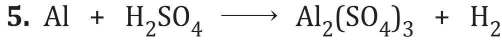
D) Aşağıda verilen tepkimeleri en küçük tam sayılarla denkleştiriniz.


1. $CH_3COOH + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$


2. $H_3PO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$


3. $K_2SO_4 + FeCl_3 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + KCl$


4. $C_3H_5(OH)_3 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$


5. $Al + H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2$

E) Mol kavramıyla ilgili aşağıda verilen soruları cevaplandırınız.

1. Toplam 8 gram oksijen atomu içeren NO_2 bileşiği kaç gramdır? (N = 14 g/mol, O = 16 g/mol)

2. 32 gram SO_2 bileşiğindeki kadar oksijen atomu içeren NO_2 gazı, normal koşullarda kaç litre hacim kaplar? (O = 16 g/mol, S = 32 g/mol)

3. Normal koşullarda 4,48 litre hacim kaplayan N_2O_n gazı, 21,6 gram olduğuna göre n değeri kaçtır? (N = 14 g/mol, O = 16 g/mol)

4. 23 gram $C_nH_{2n+2}O$ bileşiğinde 8 gram oksijen atomu bulunduğuna göre bileşiğin 1 molünde toplam kaç mol atom bulunur? (H = 1 g/mol, C = 12 g/mol, O = 16 g/mol)

5. SO_2 ve CH_4 gazlarından oluşan 0,4 mollük karışım 10,24 gramdır. Buna göre karışımın mol sayılarına göre yüzde kaçı SO_2 gazıdır? (H = 1 g/mol, C = 12 g/mol, O = 16, S = 32 g/mol)

6. $3{,}01x10^{22}$ tane molekülü 2,2 gram olan XO_2 bileşiğindeki X elementinin atom kütlesi kaç g/mol'dür? (O = 16 g/mol)

F) Kimyasal hesaplamalarla ilgili aşağıda verilen soruları cevaplandırınız.

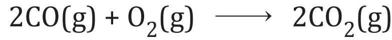
1. 0,8 mol C_2H_4 ile 0,6 mol H_2 gazının



$C_2H_4(g) + H_2(g) \longrightarrow C_2H_6(g)$

denklemine göre tam verimli tepkimesi sonunda hangi maddeden, kaç mol artar?

2. Eşit kütlelerde CO ve O_2 gazları alınarak



$2CO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g)$

tepkimesi gerçekleştiriliyor. Tepkime sonunda en fazla 176 gram CO_2 gazı oluştuğuna göre kaç gram madde artmıştır? (C=12 g/mol, O=16 g/mol)

3. %40 verimle gerçekleşen,



$2SO_3(g) \longrightarrow 2SO_2(g) + O_2(g)$

tepkimesinden normal koşullarda 112 litre SO_2 gazı elde edildiğine göre başlangıçta kaç mol SO_3 gazı alınmıştır?

4. 8 gram Mg metalinin oksitlenmesi sonunda 10 gram MgO katısı oluşmuştur. Buna göre Mg metalinin kütlece % kaçı oksitlenmiştir? (O = 16 g/mol, Mg = 24 g/mol)

G) "Kimyanın temel kanunları" ve "mol kavramı" konularını öğrenen Mehmet, bu konularla ilgili yorumlarını aşağıdaki tabloya not etmiştir. Tablodaki yorumları okuyunuz ve doğru olanlar için "Doğru", yanlış olanlar için "Yanlış" kutucuklarını işaretleyiniz.

Yorumlar	Doğru	Yanlış
Mol sayısı ve kütlesi bilinen bir maddenin mol kütlesi bulunabilir.		
Sadece elementlerinin kütlece birleşme oranı bilinen tüm bileşiklerin mol kütleleri hesaplanır.		
Tüm bileşiklerin elementlerinin kütlece birleşme oranları birbirinden farklıdır.		
Mol sayısı ve molekül formülü bilinen bir bileşiğin içerdiği toplam atom sayısı bulunabilir.		
Ağzı açık kapta gerçekleşen tepkime sonucunda kaptaki toplam kütle azalabilir.		

Ğ) Aşağıda verilen çoktan seçmeli soruları cevaplandırınız.

1. Kütlesi değiştirilen bir bileşiğin

I. Elementlerinin kütlece yüzde bileşimi

II. Mol kütlesi

III. Toplam atom sayısı

değerlerinden hangisi ya da hangileri değişir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

2. Kapalı bir kapta bulunan 0,2 mol CO_2 gazının üzerine 1,204 x 10^{23} tane C_3H_8 molekülü ekleniyor.

Gazlar arasında tepkime olmadığına göre kapta,

I. Molekül sayısı

II. Atom sayısı

III. Kütle

değerlerinden hangisi ya da hangileri iki katına çıkar? (C=12, O=16, H=1)

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

3. Bir bileşiğin belli bir kütlesinin içerdiği molekül sayısını hesaplamak için,

I. Bileşiğin molekül formülü

II. Bileşiğin mol kütlesi

III. Avogadro sayısı

değerlerinden en az hangisi ya da hangileri bilinmelidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

4. $2X + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 4H_2O$

Yukarıda verilen tepkimedeki X bileşiği aşağıdakilerden hangisidir?

A) CH_4 B) C_2H_6 C) CH_4O D) C_2H_6O E) C_3H_8O

5. Tüm yanma tepkimeleriyle ilgili,

I. Oksijen gazı harcanır.

II. Tepkimeye giren maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri değişir.

III. Her zaman CO_2 gazı açığa çıkar.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

6. 

$K_2SO_4(suda) + Pb(NO_3)_2(suda) \longrightarrow PbSO_4(k) + 2KNO_3(suda)$

Yukarıda verilen tepkimeyle ilgili,

I. K^+ ve Pb^{2+} iyonlarının sayısı değişmemiştir.

II. NO_3^- iyonları seyirci iyondur.

III. Net iyon denklemi,



$Pb^{2+}(suda) + SO_4^{2-}(suda) \longrightarrow PbSO_4(k)$

şeklindedir.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

7. Asit-baz tepkimeleriyle ilgili verilen

I. Tepkime sonunda tuz oluşur.

II. Bazılarında ürünlerde gaz madde de bulunur.

III. Hepsinde su oluşur.

yargılarından hangisi ya da hangileri yanlıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

8. Sadece molekül formülü bilinen bir bileşiğin

I. Elementlerinin molce birleşme oranı

II. Elementlerinin kütlece birleşme oranı

III. Mol kütlesi

değerlerinden hangisi ya da hangileri bulunabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

9. 
$2X(g) + Y(g) \longrightarrow Z(g)$

Yukarıda verilen tepkimeyle ilgili,

I. Artansız gerçekleştiğinde tepkimeye giren X'in kütlesi Y'ninkinden büyüktür.

II. Eşit mollerdeki X ve Y'nin tam verimli tepkimesi sonunda Y'nin yarısı artar.

III. Eşit kütlelerde X ve Y arasında artansız tepkime gerçekleşiyorsa X'in mol kütlesi daha küçüktür.

yargılarından hangisi ya da hangileri kesinlikle doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

10. 18 gram X ile 30 gram Y elementlerinin tam verimli tepkimesi sonucu 30 gram XY_2 bileşiği oluşuyor.

Buna göre XY_2 bileşiğindeki elementlerin kütlece birleşme oranı $\left(\frac{m_X}{m_Y}\right)$ kaçtır?

A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 1 D) $\frac{4}{3}$ E) $\frac{3}{2}$

11. X_2Y bileşiğinin sadece elementlerinin kütlece birleşme oranı biliniyor.

Buna göre X_2Y bileşiğiyle ilgili,

I. Bileşikteki X elementinin kütlece yüzdesi

II. X ve Y elementlerinin mol kütleleri

III. X ve Y elementlerinin mol kütlelerinin oranı

değerlerinden hangisi ya da hangileri hesaplanabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

12. I. C_2H_4 ile C_6H_{12}

II. SO_2 ile SO_3

III. $HClO_3$ ile $HClO_4$

Yukarıda verilen bileşik çiftlerinden hangisi ya da hangilerinde katlı oran kurulabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

13. X ve Y elementlerinden oluşan iki bileşikten birincisinde 3,6 gram X elementiyle birlikte 0,6 gram Y elementi, ikincisinde ise 0,9 gram X elementiyle birlikte 0,3 gram Y elementi bulunuyor.

Birinci bileşiğin formülü X_2Y_4 ise ikinci bileşiğin formülü aşağıdakilerden hangisidir?

A) XY_4 B) X_2Y_2 C) X_2Y_6 D) X_3Y_4 E) X_3Y_8

14. I. Aynı elementlerden oluşan bütün bileşiklerin sabit oranları aynıdır.

II. İki farklı bileşiğin elementlerinin kütlece birleşme oranları aynı olabilir.

III. Tüm bileşiklerdeki kütlece birleşme oranı tam sayıdır.

Yukarıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

15. XY_2 bileşiğinde elementlerin kütlece birleşme oranı $\frac{m_X}{m_Y} = \frac{3}{4}$'tür.

Buna göre 720 gram X_2Y bileşiği elde etmek için en az kaç gram Y elementi gerekir?

A) 180 B) 240 C) 320 D) 360 E) 540

16. Eşit kütlelerde alınan X ve Y elementlerinin tam verimli tepkimesi sonucu 88 gram XY_2 bileşiği oluşurken 40 gram X elementi artıyor.

Buna göre X ve Y elementlerinin mol kütleleri oranı $\left(\frac{m_X}{m_Y}\right)$ kaçtır?

A) $\frac{3}{8}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{3}{2}$

BÖLÜM SONU UYGULAMALARI CEVAP ANAHTARI

1. ÜNİTE

1. Bölüm

1.

	Bakır (Cu) kütlesi (gram)	Oksijen (O) kütlesi (gram)	CuO kütlesi (gram)
I	16	4	20
II	6,4	1,6	8
III	240	60	300
IV	12,8	3,2	16

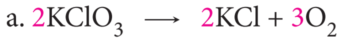
2. X_5Y_{12}

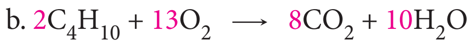
2. Bölüm

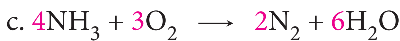
1. C-12 atomunun kütlesine göre hesaplanan değere bağıl atom kütlesi denir. Elementlerin 1 tane atomunun kütlesine gerçek atom kütlesi denir.
2. 0,2
3. 0,7
4. 24
5. $1{,}505 \times 10^{23}$
6. 160
7. 14
8. İzotopların atom kütleleri ve izotopların doğadaki bolluk yüzdeleri.

3. Bölüm

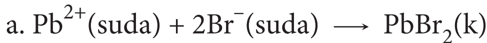
Öğrendiklerimizi Uygulayalım

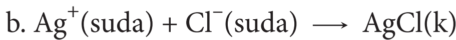

a. $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

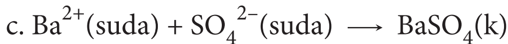

b. $2C_4H_{10} + 13O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 10H_2O$


c. $4NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2N_2 + 6H_2O$

Öğrendiklerimizi Uygulayalım


a. $Pb^{2+}(suda) + 2Br^-(suda) \longrightarrow PbBr_2(k)$


b. $Ag^+(suda) + Cl^-(suda) \longrightarrow AgCl(k)$


c. $Ba^{2+}(suda) + SO_4^{2-}(suda) \longrightarrow BaSO_4(k)$

Bölüm Sonu Uygulaması

1. Maddelerin oksijen gazıyla tepkimeye girmesiyle yanma olayı gerçekleşir.
2. Azot gazının yanması dışındaki yanma olayları ekzotermik gerçekleşir.
3. Yanma olayı oksijen gazının varlığında gerçekleştiği için yanma tepkimelerinde reaktiflerden biri mutlaka oksijen gazıdır.

4. Kimyasal tepkimelerde molekül sayısı başlangıca göre artabilir, azalabilir ya da değişmeyebilir. Bunun için kesin bir yargıda bulunulamaz.
5. Tepkime koşulları ok üzerinde ya da altında gösterilir.
6. Atomların sayısının ve türünün korunmasına dikkat edilmelidir. Eğer konu için gerekliyse tepkimedeki maddelerin fiziksel hâlleri ve tepkime koşulları da belirtilmelidir.
7. CH_4 ve O_2 reaktif, CO_2 ve H_2O ürün maddelerdir.
8. İki ya da daha fazla maddenin tek bir madde oluşturmasıyla sonuçlanan tepkimelere sentez tepkimesi denir.
9. Bir bileşik birden fazla bileşene ayrılmalıdır.
10. Yanma ve sentez.
11. Tuz ve çoğunluğunda su.
12. Çıkmaz. Örneğin NH_3 gibi susuz bazların asitlerle verdiği tepkimelerde su açığa çıkmaz.
13. Vermeyebilir. Maddenin yanma tepkimesi vermesi için oksijen gazıyla tepkimeye girebilmesi gerekir.
14. Yavaş yanmada ışık gözlenmez ve ısı algılanmaz. Hızlı yanmada ışık gözlenir ve ısı algılanır.
15. Asitler ve bazlar arasında tuz ve su oluşumuyla gerçekleşen tepkimelere nötralleşme tepkimesi denir.
16. İki tuz çözeltisinin tepkimeye girip çökelti oluşturmasıyla gerçekleşirler.
17. Çöken maddenin iyonlarına göre yazılır.

4. Bölüm

1. Tam verimli tepkimelerde tamamen harcanan madde.
2. Bazı tepkimelerde tamamı harcanır, tam verimli tepkimelerde biri tamamen harcanır.
3. Reaktif maddelerden birinin tamamen harcanması.
4. Edilemeyebilir. Tepkimenin türüne ve ortam koşullarına göre değişir.
5. Tepkimenin gerçekleştiği koşulların değişmesi. Tepkimenin tersinir gerçekleşmesi. Madde kayıpları.
6. 0,7
7. %50

2. ÜNİTE

1. Bölüm

1. Çözünmez. Benzer molekül yapılı maddeler birbiri içinde daha iyi çözünür.
2. Polar yapılı maddeler polar çözücülerde, apolar yapılı maddeler apolar çözücülerde daha iyi çözünür.
3. Süspansiyonda sıvı içinde katı, emülsiyonda sıvı içinde sıvı dağılmaktadır.
4. Bir maddenin başka bir madde içinde yaklaşık 10-1000 nm boyutlarındaki tanecikler hâlinde dağılmasıyla oluşan heterojen karışımlara kolloid denir.
5. Çözünür. Yüksek basınç altında ve düşük sıcaklıkta, bir su içinde daha iyi çözünürler.
6. London kuvvetleri.
7. Çözücüsünün bir kısmı buharlaştırılabilir. Aynı çözeltide bir miktar daha madde çözülebilir.
8. Çözeltiye aynı sıcaklıkta çözelti miktarı kadar saf su eklemek. Çözünen maddenin %62,5'ini çöktürmek.
9. 40 g